

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем та управління територіями
(факультет)

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії
(назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст
за супутниковими знімками**

Лисенко Іван Павлович
(прізвище, ім'я, по батькові студента повністю)

Київ 2020 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем та управління територіями
(факультет)

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
проф., д-р. техн.наук Карпінський Ю.О.
“ ____ ” _____ 2020 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст
за супутниковими знімками**

Виконав: студент групи ПІСТ-61
спеціальності 193
“Геодезія та землеустрій”
спеціалізації “Геоінформаційні системи і
технології”
Лисенко І.П.
Керівник: Патракеєв І.М.,
доцент, к.т.н.

Київ 2020 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Геоінформаційних систем та управління територіями

Кафедра: Геоінформатики і фотограмметрії

Освітній рівень: «магістр за ОПП»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Спеціалізація: Геоінформаційні системи і технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____доцент., к.т.н. Нестерненко О. В.

“ _____ ” _____ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Лисенко Іван Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст за супутниковими знімками

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від « _____ » _____ 2020 року

2. Керівник роботи _____доцент, к.т.н. Патракеєв Ігор Михайлович

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту: 04 грудня 2020 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Місце та роль просторово-часового аналізу «Островів тепла» великих міст за супутниковими знімками

Р. 2. Аналіз вхідних даних та методи попередньої обробки супутникових знімків

Р. 3. Огляд методів отримання та обробки супутникових зображень

Р. 4. Реалізація системи розпізнавання «Островів тепла» на прикладі міст України.

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. Структура завдання та обмеження проекту; структурна схема просторово-часового аналізу «Островів тепла» великих міст за супутниковими знімками.

Р. 2. Структура нормативно-правової бази регулювання якості міського середовища.

Р. 3. Порівняльна таблиця методів обробки супутникових знімків для вирішення завдань просторово-часового аналізу «Островів тепла» великих міст України

Р. 4. Структура просторово-часового аналізу «Острів тепла» великих міст України а супутниковими знімками з застосуванням геоінформаційних технологій.

7. Календарний план виконання роботи:

б) практична частина

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
Розділ 1. Місце та роль просторово-часового аналізу «Острів тепла» великих міст за супутниковими знімками. Структура завдання та обмеження проекту; структурна схема просторово-часового аналізу «Острів тепла» великих міст за супутниковими знімками.	30.09.2020
Розділ 2 Аналіз вхідних даних та методи попередньої обробки супутникових знімків. Структура нормативно-правової бази регулювання якості міського середовища. Огляд методів отримання та обробки супутникових зображень. Порівняльна таблиця методів обробки супутникових знімків для вирішення завдань просторово-часового аналізу «Острів тепла» великих міст України	15.10.2020
Розділ 3. Реалізація системи розпізнавання «Острів тепла» на прикладі міст України. Структура просторово-часового аналізу «Острів тепла» великих міст України а супутниковими знімками з застосуванням геоінформаційних технологій.	05.11.2020
Розділ 4. Економічне обґрунтування вартості розробки проекту	20.11.2020
Остаточне оформлення роботи	21.11.2020
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	30.11.2020
Попередній захист роботи на кафедрі	07.12.2020

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			

9. Дата видачі завдання 25 червня 2020 р.

Зав. кафедри _____ Карпінський Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Патракеєв І.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Лисенко І.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary)		Лисенко Іван Павлович	
<i>до атестаційної випускної роботи студента:</i>			
<i>ЗВО</i>	Київський національний університет будівництва і архітектури		
<i>Тема</i>	Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст за супутниковими знімками		
<i>Освітній ступінь</i>	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
<i>Факультет</i>	Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст за супутниковими знімками.		
<i>Кафедра</i>	Геоінформатики і фотограмметрії		
<i>Спеціальність</i>	193 Геодезія та землеустрій		
<i>Спеціалізація</i>	Геоінформаційні системи і технології		
<i>Керівник</i>	Патракеєв І.М. , к.т.н., доцент		
<i>Обсяг роботи:</i>	<i>пояснювальна записка, стор.</i>	<i>розділів</i>	<i>рисунків</i>
	93	4	40
<i>Розділ 1</i>	Визначення місця та ролі геоінформаційного аналізу «Острів тепла» великих міст за супутниковими знімками. Структура завдання та обмеження проекту; структурна схема геоінформаційного аналізу «Острів тепла» великих міст за супутниковими знімками.		
<i>Розділ 2</i>	Аналіз вхідних даних та методи попередньої обробки супутникових знімків. Структура нормативно-правової бази регулювання якості міського середовища. Огляд методів отримання та обробки супутникових зображень. Порівняльна таблиця методів обробки супутникових знімків для вирішення завдань просторово-часового аналізу «Острів тепла» великих міст України		
<i>Розділ 3</i>	Реалізація системи розпізнавання «Острів тепла» на прикладі міст України. Структура просторово-часового аналізу «Острів тепла» великих міст України а супутниковими знімками з застосуванням геоінформаційних технологій.		

Розділ 4	Присвячений економічному обґрунтуванню вартості розробки проекту
Висновки по роботі:	<p>Розглянуто явище міських «островів тепла» за матеріалами дистанційного зондування Землі. Аналіз знімків у тепловому інфрачервоному спектрі є актуальним для вивчення навколишнього середовища в містах, особливо в районах з малою кількістю наземних метеостанцій. Матеріали дистанційного зондування різко зменшують вартість досліджень та одночасно дозволяють збільшити територію дослідження. Урбанізація суттєво вплинула на підвищення середніх температур. Високі значення температур поверхні характерні для забудованих районів, заводів, а також пусти-рів та посівів. Територія міста із щільною рослинністю та високим NDVI мають нижчі температури, ніж райони з строкатим рослинним покривом; забудовані та густонаселені райони мають дуже високі температури та формують «ост-рови тепла». Показано, що інтенсивність міських островів історично була високою, де існує висока щільність забудови. Найменше «островів тепла» у районах з водними об'єктами, лісами, парками та дачними ділянками. Дані супутників Landsat забезпечують достатньо високий рівень деталізації просторових об'єктів для моніторингу та аналізу в рамках даного дослідження.</p>
<p>Ключові слова: геоінформаційне моніторинг, «тепловий острів», NDVI, супутникові знімки</p>	

Укладач: _____ / _____ /

Керівник: _____ / _____ /

"__" _____ 2020

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ І ЇЇ ВПЛИВ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ.	11
1.1 МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ТЕПЛОВИЙ ОСТРІВ, ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ ЇХ ВИНИКНЕННЯ ТА ВПЛИВ.	11
1.2 ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ НА ГЛОБАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ	16
1.3 МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ДЖЕРЕЛО ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ	20
1.4 СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ.	31
РОЗДІЛ 2. ВИВЧЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕПЛОВИХ АНОМАЛІЙ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.	36
2.2 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕОПОРТАЛІВ З ДЖЕРЕЛАМИ ДАНИХ, ЩО ДО АНАЛІЗУ ТЕПЛОВИХ АНОМАЛІЙ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ	44
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКИ ДЖЕРЕЛ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА ПРИКЛАДІ МІСТ УКРАЇНИ.	51
3.1 ФОРМУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ РАСТРОВИХ ДАНИХ	51
3.2 СТРУКТУРА БАЗИ ГЕОДАНИХ	57
3.3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА КРЕМЕНЧУК	65
3.5 РІВЕНЬ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДЛЯ МІСТ УКРАЇНИ	71
3.8 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ВИКИДІВ ТЕПЛА У МІСТАХ	75
Розділ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ	81
4.1 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ	81
4.1.1 ВИТРАТИ НА АПАРАТНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	83
4.1.2 ВИТРАТИ НА ПІДБІР ГІС- ПЕРСОНАЛУ	86
4.2 РОЗРАХУНОК АМОРТИЗАЦІЙНИХ ВІДРАХУВАНЬ	87
4.3 НАРАХУВАННЯ НА ФОНД ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ	89
Висновки	91
Список використаних джерел	93

ВСТУП

Теплові аномалії — викиди тепла в атмосферу і в водні ресурси, викликаний техногенною діяльністю людини, і поряд з викидами парникових газів, що слугує одним з факторів глобального потепління. Будь-яка теплова машина характеризується величиною ККД, що показує відношення корисної роботи до витраченої енергії. ККД сучасних АЕС становить приблизно 30-35 %, а на ТЕЦ 35-40 %. Це означає, що більша частина теплової енергії (60-70 %) викидається в навколишнє середовище. Транспорт, що працює на ДВЗ, і споживає основну частину продуктів нафти, також вносить великий внесок у теплове забруднення. В кінці підсумку вся енергія від викопних вуглеводнів (нафта, вугілля, газ, торф) і урану перетворюється в тепло, викликаючи теплове Аномалії атмосфери і водних ресурсів.

Теплові аномалії є причиною створення теплових островів, місцевої (штучної) інверсії температур над джерелом, що призводить до розвитку мікроциркуляції атмосфери, зміни мікроклімату та ускладнення механізму переносу забруднень.

Виникають проблеми в річках і прибережних океанічних водах. Зазвичай таке забруднення пов'язане з використанням природних вод в якості охолоджуючих агентів в промислових процесах, наприклад, на електростанціях. Вода, яка повертається у водойми підприємствами, тепліше вихідної і, отже, містить менше розчиненого кисню. Теплові аномалії середовища проживання виникають в місцях використання різних енергоносіїв. Найбільш значними джерелами теплового забруднення середовища є ТЕС і АЕС. Основна частка теплових скидів припадає на системи конденсації відпрацьованої пари турбін. Споживання води в системі конденсації пари на ТЕС становить до 150 л / (кВт год), що пояснюється обмеженням нагрівання охолодної води на величину не більше 10 С. Все людське життя налаштована на цілком певні кліматичні умови. Цивілізація в сучасному змісті слова, може існувати лише в дуже вузькому діапазоні температур. Похолодання на 3 - 4 градуси призведе до того, що знову настане льодовиковий період і велика частина планети перетвориться в крижану

пустелю. Придатні для життя області будуть займати лише вузьку екваторіальну зону.

Збільшення середньої температури на 4 - 5 градусів призведе до необоротного танення льодовиків, підвищення рівня океану на десятки метрів і затоплення найбільш родючих областей планети. Звичайно, цей процес буде тривалим, і танення льодовиків Антарктиди займе багато сотень років. При цьому велика частина решти поверхні планети перетвориться в посушливу напівпустелю.

І тому проблема виявлення теплових островів, зараз є одною з найважливіших на всій території України та всього світу загалом. Їх виявлення дасть змогу покращити території які знаходяться під впливом теплових аномалій та зменшити їх шкідливий вплив на навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ДЖЕРЕЛО
ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ І ЇЇ ВПЛИВ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ.

					ДИПЛОМНА РОБОТА		
			Підпис	Дата			
Виконав	Лисенко І.П			Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст за супутниковими знімками	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.						1	32
Керівник	Патракеєв І.М				КНУБА, група ГІСТ-61		
Зав. каф.	Карпінський Ю.О						

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ І ЇЇ ВПЛИВ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ.

1.1 МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ТЕПЛОВИЙ ОСТРІВ, ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ ЇХ ВИНИКНЕННЯ ТА ВПЛИВ.

Тепловий острів — метеорологічне явище, коли через діяльність людини температура у містах вища, ніж у навколишній сільській місцевості. Як правило, температурна різниця помітніша вночі та при слабкому вітрі, найкраще цей феномен виражений влітку та взимку. Виявляється, цей ефект теплового міського острова вперше був описаний ще на початку дев'ятнадцятого століття(рис.1). Британський хімік Люк Ховард (Luke Howard) цікавився метеорологією і першим почав спостерігати за міським кліматом, що дало йому можливість побачити значну різницю у температурі повітря за містом і в міській межі, особливо в нічний час. Звичайно ж, назва цього феномену придумав не Ховард, воно виникло набагато пізніше.

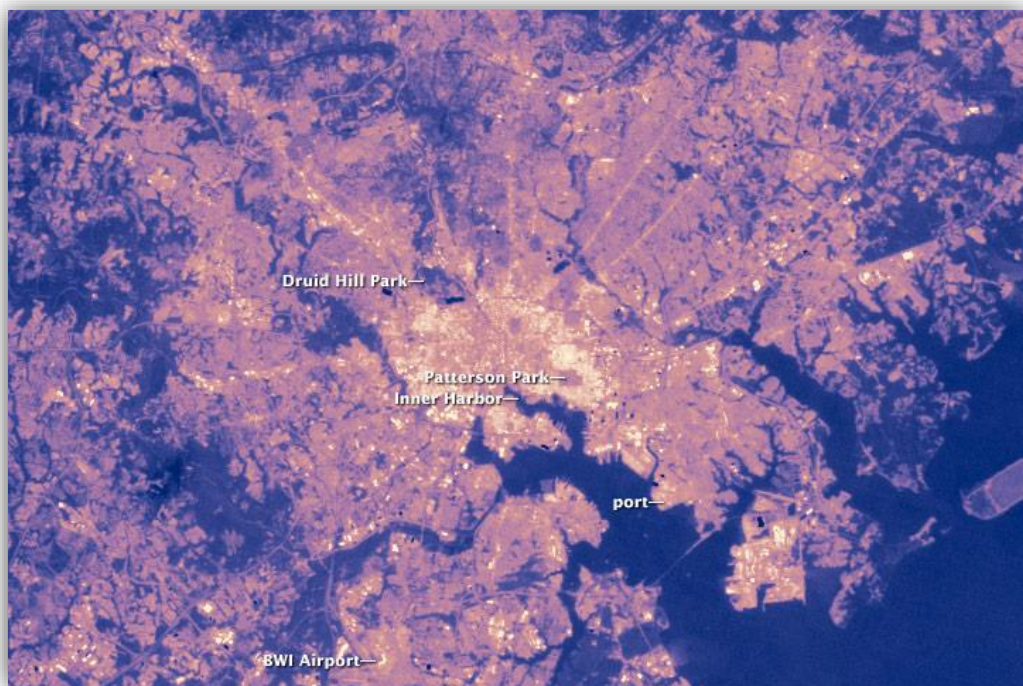


Рис. 1. Приклад теплової аномалії

Основна причина підвищених температур у місті – антропогенні перетворення земної поверхні. Вони проявляються в щільній забудові міського середовища; покриті природними матеріалами поверхні, активно поглинають теплове випромінювання, і скорочення площ, зайнятих зеленими насадженнями, що веде до змін термічних властивостей земної поверхні і знижує сумарне випаровування. Такі матеріали, як бетон і асфальт, зазвичай використовуються в містах для будівництва доріг та будинків, суттєво відрізняються за своїми термічними властивостями і поверхневими випромінювальними властивостями, від властивостей навколишніх природних територій. За оцінками фахівців деякий об'єм бетону може втримати приблизно в 2000 разів більше тепла, ніж еквівалентний об'єм повітря. Це призводить до зміни енергетичного балансу території, що і спричиняє за собою підвищення температури в місті в порівнянні з навколишньою місцевістю[1].

Формування "теплого острова" пов'язаний також з особливостями геометрії земної поверхні на території міста. Високі будівлі мають велику площу поверхні для відбивання і поглинання сонячного випромінювання, що збільшує інтенсивність нагріву міських територій(рис.2). Це явище носить назву "ефект міських каньйонів". Інша особливість вкладу будівель у формування "теплого острова" - у місті відбувається блокування вітрів, що призводить до зниження інтенсивності конвективного охолодження. Автомобілі, промислові підприємства та інші джерела також вносять свій внесок у формування надлишкового тепла. Високий рівень забруднення міських територій також може посилити ефект "теплого острова", так як багато видів забруднювачів змінюють радіаційні властивості атмосфери. Теплові втрати в енергетиці є другим провідним фактором. При зростанні урбанізованих центрів відбувається зміна все більших територій, зростає і середня температура поверхні в їх межах.

Тепловий острів міста характеризується добре вираженою добовою динамікою: найбільших значень різниця температур між містом і передмістям

досягає ввечері і вночі, будівлі так би мовити, перевипромінюють накопичене за день тепло. Якщо говорити про сезонну динаміку, то слід зазначити, що тепловий острів проявляється як влітку, так і взимку. Розрізняють острів тепла, пов'язаний з температурою повітря, і острів тепла, пов'язаний з температурою земної поверхні із недоліком рослинності на міських територіях.

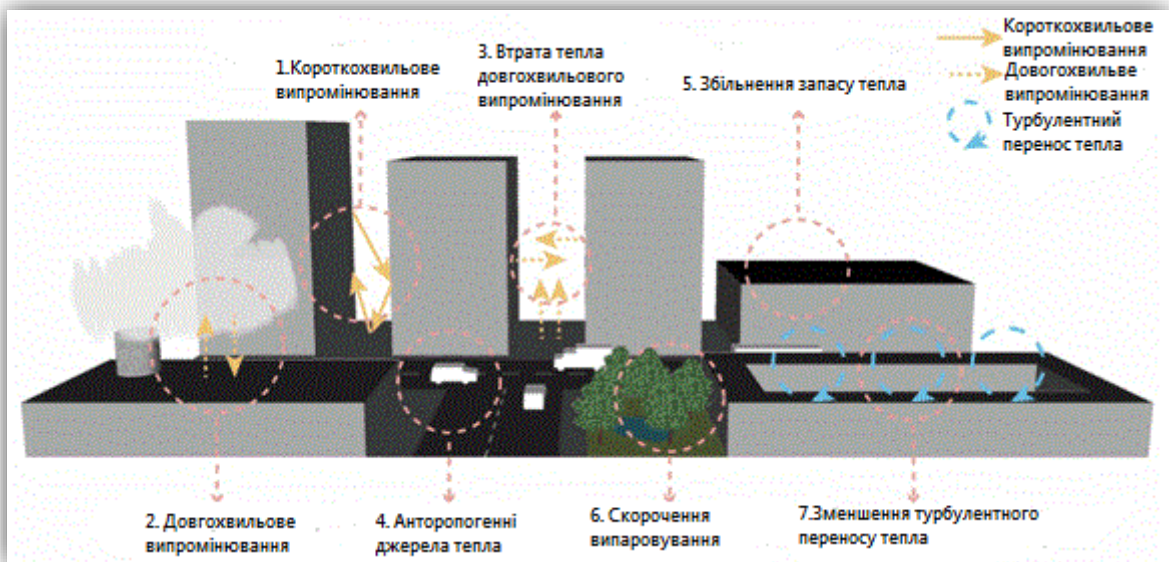


Рис.2. Причини виникнення теплових аномалій

Формування острова тепла призводить до зниження комфортності міського середовища для людей. Занадто високі температури влітку і підвищена вологість взимку несприятливо впливають на здоров'ї городян. Ця обставина сприяє розвитку досліджень міського острова тепла і пошуку шляхів зниження ефекту підвищення температури повітря і поверхні в межах міста[1].

Досліджується, наприклад, добова динаміка теплового поля міста; вплив особливостей використання міських земель на просторово-часову динаміку локальних теплових аномалій міста; взаємозв'язок змін температури повітря і температури земної поверхні в межах міста; проводиться моделювання міського острова тепла, як температури поверхні, так і температури повітря; моделювання енергетичного балансу міста; проводиться зіставлення температур в місті і за його межами; вивчаються відмінності в інтенсивності теплового випромінювання об'єктів вдень і вночі; при

зіставленні з розрахованим за даними видимого та ближнього інфрачервоного діапазонів значень вегетаційного індексу вивчають взаємозв'язки між великою кількістю рослинного покриву та інтенсивністю теплового випромінювання, особливостями використання земель. У багатьох роботах основним джерелом інформації є дані космічної зйомки в тепловому інфрачервоному діапазоні.

Приплив сонячної променистої енергії до поверхні ґрунту залежить від широти і рельєфу місцевості, стану поверхні ґрунту (покриття рослинністю), а також часу року і доби і стану атмосфери (ясно, хмарно тощо). У Північній півкулі сумарний приплив сонячної радіації збільшується при русі з півночі на південь. Найбільший приплив сонячної радіації одержують південні схили, найменший північні.

Поряд з умовами, що визначають приплив сонячної енергії, важливе значення у формуванні теплового режиму ґрунту (поглинання тепла, нагрівання і охолодження) мають теплові властивості ґрунту. До теплових властивостей ґрунту належить: тепло-поглинальна здатність, теплоємність та теплопровідність.

Теплопоглинаюча здатність — здатність ґрунту поглинати променисту енергію Сонця. Вона характеризується величиною альbedo.

Альbedo — кількість короткохвильової сонячної радіації, відбитої поверхнею ґрунту і виражене в % загальної величини сонячної радіації, що досягає поверхні ґрунту. Чим менше альbedo, тим більше поглинає ґрунт сонячної радіації. Воно залежить від кольору, вологості, структурного стану, рівності поверхні ґрунту та рослинного покриву.

В залежності від середньорічної температури і тривалості промерзання ґрунту виділяють 4 типи температурного режиму ґрунтів: мерзлий, довгостроково сезоннопромерзаючий, сезоннопромерзаючий і не-промерзаючий.

Мерзлий тип температурного режиму характерний для місцевостей, де середньорічна температура профілю ґрунту має від'ємний показник (ряд

провінцій полярної і Східно-Сибірської областей). У таких ґрунтах переважає процес охолодження, що супроводжується промерзанням ґрунтової вологи до верхньої межі багаторічно промерзлих порід.

Тривало сезоннопромерзаючий тип температурного режиму проявляється на територіях, де переважає позитивна середньорічна температура ґрунтового профілю. Глибина проникнення негативних температур не менше 1 м, але змикання сезоннопромерзаючої товщі з багаторічно промерзлих порід не спостерігається. Тривалість промерзання не менше 5 місяців.

Сезоннопромерзаючий тип температурного режиму відрізняється позитивною середньорічною температурою ґрунтового профілю. Промерзання профілю триває менше 5 міс. Підстилаючі породи немерзлі. Тривало сезоннопромерзаючий і сезоннопромерзаючий типи температурного режиму властиві більшій частині території Росії.

Непромерзаючий тип температурного режиму мають території, де промерзання профілю ґрунтів і морозність не проявляється. До них відносяться тепла південноєвропейська частина Європи і зони субтропічного поясу.

1.2 ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ НА ГЛОБАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Антропогенні чинники включають в себе діяльність людини, яка змінює навколишнє середовище і впливає на клімат. У деяких випадках причинно-наслідковий зв'язок пряма і недвозначна, як, наприклад, при вплив зрошення на температуру і вологість, в інших випадках цей зв'язок менш очевидна. Різні гіпотези впливу людини на клімат обговорювалися протягом багатьох років.

Головними проблемами є: зростаюча через спалювання палива концентрація CO₂ в атмосфері, аерозолі в атмосфері, що впливають на її охолодження, і цементна промисловість. Інші фактори, такі як землекористування, зменшення озонового шару, тваринництво і вирубка лісів, також впливають на клімат.

Ще одним фактором, що впливає на зміни клімату можна назвати зростання міських теплових островів, які підвищують температуру в цілому.

Нове дослідження показує, що в період між 2000 і 2009 роками фізична інфраструктура Пекіна зросла в 4 рази. Зростання кількості нових будівель і доріг, включаючи забруднення, створювані новими жителями і їх транспортними засобами — збільшило зимову температуру в місті приблизно від 3 до 4 °C і знизив швидкість вітру приблизно від 1 до 3 метрів в секунду, що робить повітря більш застійним. При аналізі 65 міст, розташованих по всій території Північної Америки, дослідники виявили, що зміна того, наскільки ефективно міські райони виділяють тепло протягом дня назад в нижні шари атмосфери в процесі конвекції (передача теплової енергії з предметів в навколишнє середовище), і є домінуючим фактором ефекту міського теплового острова.

Це відкриття оскаржує давнє переконання, що цей ефект приводиться в рух головним чином шляхом зниження випарного охолодження в зв'язку з втратою рослинності. Як відомо, випарне охолодження - це процес природного випаровування води, що міститься в природних джерелах, таких як рослинність водойми, які поглинають тепло з навколишнього середовища, тому температура повітря стає нижче.

Вплив теплових островів на глобальні зміни клімату:

- 1. Загроза для екосистем і біологічного різноманіття.** Існують прогнози зникнення до 30 - 40% видів рослин і тварин, оскільки їх середовище проживання буде змінюватися швидше, ніж вони можуть пристосуватися до цих змін. При підвищенні температури на 1 градус прогнозується зміна видового складу лісу. Ліси є природним накопичувачем вуглецю (80% всього вуглецю в земній рослинності і близько 40% вуглецю в ґрунті). Перехід від одного типу лісу до іншого буде супроводжуватися виділенням великої кількості вуглецю(рис.5).



Рис.3. Основна причина для загрози екосистем

- 2. Танення льодовиків.** Сучасне заледеніння Землі можна вважати одним з найбільш чутливих індикаторів відбуваються глобальних змін. Супутникові дані показують, що, починаючи з 1960-х років відбулося зменшення площі снігового покриву приблизно на 10%. З 1950-х років в Північній півкулі площа морського льоду скоротилася майже на 10-15%, а товщина зменшилася на 40%(рис.7). За прогнозами експертів Арктичного і Антарктичного науково-дослідного інституту (Санкт-Петербург), вже через 30 років Північний

льодовитий океан протягом теплого періоду року буде повністю розкриватися з під льоду.

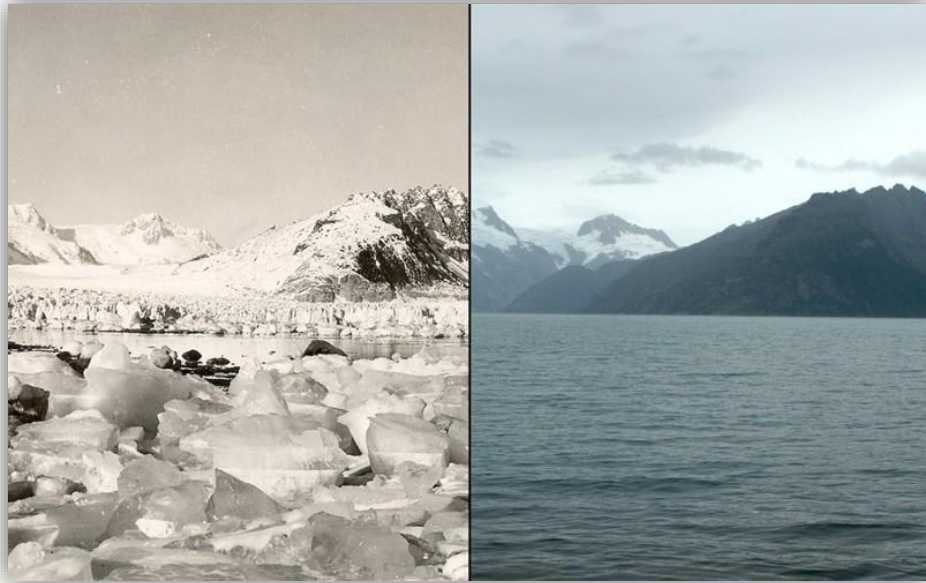


Рис.4. Наслідки танення льодовиків

3. **Сільське господарство.** Вплив потепління на продуктивність сільського господарства неоднозначно. У деяких районах з помірним кліматом врожайність може збільшитися в разі невеликого збільшення температури, але знизиться в разі значних температурних змін. У тропічних і субтропічних регіонах врожайність в цілому, за прогнозами, буде знижуватися. Найсерйозніший удар може бути нанесений найбіднішим країнам, найменш всього готовим пристосуватися до змін клімату. За даними МГЕЗК, до 2080 р. число людей, що стикаються з загрозою голоду, може збільшитися на 600 млн. осіб.
4. **Водоспоживання та водопостачання.** Одним з наслідків кліматичних змін може стати нестача питної води. У регіонах з посушливим кліматом (Центральна Азія, Середземномор'я, Південна Африка, Австралія тощо) ситуація ще більш посилитися із-за скорочення рівня випадання опадів(рис.8). Через танення льодовиків істотно знизитися стік найбільших водних артерій Азії – Брахмапутри, Гангу, Хуанхе,

Інду, Меконгу, Салуена і Янцзи. Нестача прісної води торкнеться не тільки здоров'я людей і розвитку сільського господарства, але також підвищить ризик політичних розбіжностей і конфліктів за доступ до водних ресурсів.

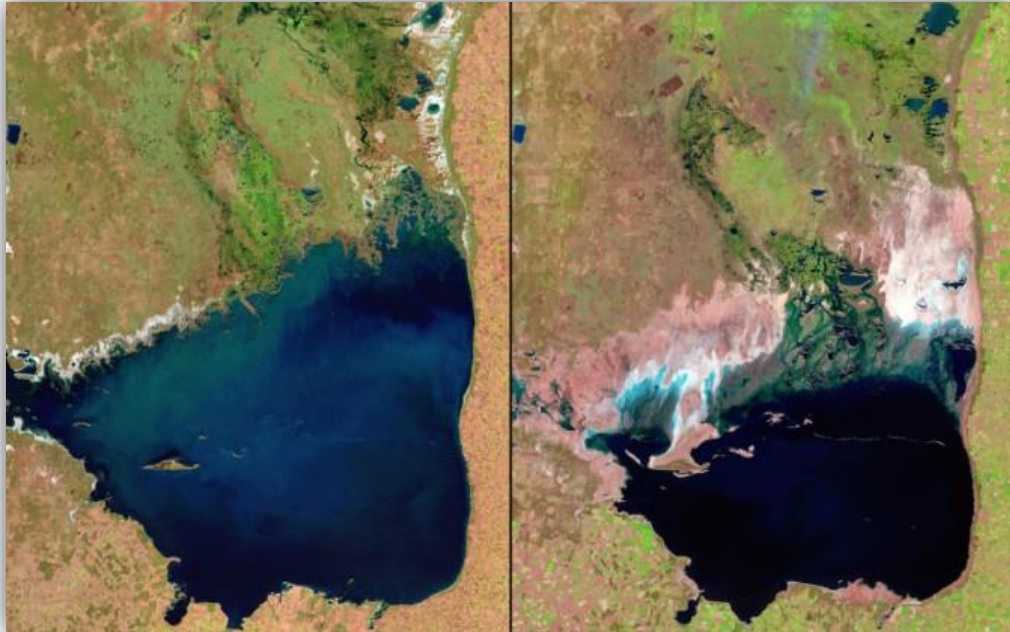


Рис.5. Нестача питної води

- 5. Здоров'я людини.** Зміна клімату, за прогнозами вчених, призведе до підвищення ризиків для здоров'я людей, насамперед менш забезпечених верств населення. Так, скорочення виробництва продуктів харчування неминуче призведе до недоїдання і голоду. Аномально високі температури можуть призвести до загострення серцево-судинних, респіраторних та інших захворювань. Підвищення температури може призвести до зміни географічного поширення різних видів, які є переносниками захворювань. З підвищенням температури ареали теплолюбних тварин і комах (наприклад, енцефалітних кліщів і малярійних комарів) поширюватися на північ, у той час як люди, що населяють ці території, не будуть володіти імунітетом до нових захворювань[2].

1.3 МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ДЖЕРЕЛО ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Парниковий ефект - це проблема, пов'язана з промисловою діяльністю людства, але цю проблему можна зменшити при грамотному підході і захисту навколишнього середовища. В даний час все більш актуальним стає питання про зміну клімату Землі в результаті впливу господарської діяльності людини.

Особливу тривогу викликає збільшення концентрації парникових газів в атмосфері, яке призводить до нагрівання поверхні Землі і нижньої атмосфери і, можливо, є однією з основних причин спостережуваного в останні десятиліття потепління клімату. Частина сонячної радіації, що залишилася після відбиття, поглинається земною поверхнею і переходить в тепло. Як відомо, всяке тіло, що має температуру, відмінну від абсолютного нуля (-273°C), є джерелом випромінювання. Чим вище температура тіла, тим більше енергії і тим коротші довжини хвиль воно випромінює. Температура земної поверхні значно нижче температури на поверхні Сонця і коливається від 190 до 350 К. У відповідності з цими температурами земна поверхня випромінює довгохвильову радіацію в області спектра 4 - 120 мкм. Ця радіація називається власним випромінюванням земної поверхні. Атмосфера нагрівається в результаті порівняно малого поглинання короткохвильової сонячної радіації і сильного поглинання власного випромінювання земної поверхні. Крім того, атмосфера отримує тепло від земної поверхні шляхом теплопровідності і при конденсації водяної пари. Нагріта таким чином атмосфера випромінює інфрачервону радіацію приблизно в тому ж діапазоні довжин хвиль, що і земна поверхня. Атмосферна радіація, спрямована вниз, називається зустрічним випромінюванням[3].

Атмосфера захищає Землю від надмірного нагрівання та охолодження: вона грає роль «ковдри», який утримує тепло. При відсутності атмосфери температура земної поверхні була б -23°C , при якій життя на Землі практично неможлива. Завдяки ж атмосфері вона дорівнює $+15^{\circ}\text{C}$. Ця властивість

атмосфери називають парниковим ефектом за аналогією з теплицями і оранжереями, що вони беруть внутрішнє тепло для рослин. Таким чином, на додаток до поглиненої сонячної радіації зустрічне випромінювання атмосфери важливе джерело тепла для земної поверхні. Зі збільшенням хмарності зустрічне випромінювання зростає, оскільки самі хмари сильно випромінюють довгохвильову радіацію. Гази, що створюють в атмосфері екран, що затримує інфрачервоні промені, і сприяють в результаті цього нагріванню поверхні Землі і нижніх шарів атмосфери, називаються парниковими. Вони були присутні в атмосфері в незначній кількості майже на всьому протязі історії Землі.

Найбільш значний природний парниковий газ - водяна пара H_2O . Він поглинає і випромінює довгохвильову інфрачервону радіацію в діапазоні довжин хвиль 4,5 - 80 мкм. Вплив водяної пари на парниковий ефект є визначальним і створюється переважно смугою поглинання 5 - 7,5 мкм. Тим не менше, частина випромінювання поверхні Землі в областях спектру 3 - 5 мкм і 8 - 12 мкм, званих вікнами прозорості, йде крізь атмосферу у світовий простір.

Парниковий ефект водяної пари посилюється смугами поглинання вуглекислого газу, який потрапляє в атмосферу в результаті вулканічної діяльності, природного кругообігу вуглецю в природі, гниття органічних речовин у ґрунті при нагріванні, а також людській діяльності, головним чином внаслідок спалювання викопного палива (вугілля, нафти, газу) та знищення лісів. Крім вуглекислого газу в атмосфері збільшується вміст таких парникових газів, як метан, закис азоту і тропосферний озон. Метан надходить в атмосферу з боліт і глибоких тріщин в земній корі. Збільшенню його концентрації сприяють розвиток сільськогосподарського виробництва (особливо розширення рясно зрошуваних рисових полів), збільшення поголів'я худоби, спалювання біомаси та видобуток природного газу. Концентрацію закису азоту збільшують використання азотних добрив, викиди літаків, а також процеси окислення. Озон в тропосфері збільшується в результаті хімічних реакцій під дією сонячних променів між вуглеводнями і оксидами азоту, що утворилися

внаслідок спалювання викопного палива Концентрація цих газів зростає швидше, ніж концентрація вуглекислого газу, і в майбутньому їх відносний внесок у парниковий ефект атмосфери може збільшитися[3]. Зростанню парникового ефекту атмосфери сприяє також збільшення концентрації сильно поглинаючого аерозолію індустріального походження (сажа) з радіусом частинок 0,001 - 0,05 мкм. Збільшення в атмосфері Землі змісту парникових газів і аерозолів може значно підвищити глобальну температуру і викликати інші кліматичні зміни, екологічні та соціальні наслідки яких поки важко передбачити.

Міське середовище є одним з багатьох джерел забруднення атмосфери. Спалювання палива в котлах і двигунах транспортних засобів, супроводжується утворенням оксидів азоту, які викликають зміни. При процесах згоряння палива найбільш інтенсивне забруднення приземного шару атмосфери відбувається в мегаполісах і великих містах, промислових центрах зважаючи широкого поширення в них автотранспортних засобів, ТЕЦ, котельнь та інших енергетичних установок які працюють на вугіллі, мазуті, дизельному паливі, природному газі і бензині. Внесок автотранспорту в загальне забруднення атмосферного повітря досягає 40-50 %. Потужним і надзвичайно небезпечним фактором забруднення атмосфери є катастрофи на АЕС (Чорнобильська аварія) і випробування ядерної зброї в атмосфері. Це пов'язано як з швидким розносом радіонуклідів на великі відстані, так і з довготривалим характером забруднення території. Висока небезпека хімічних і біохімічних виробництв полягає в потенційній можливості аварійних викидів в атмосферу надзвичайно токсичних речовин, а також мікробів і вірусів, які можуть викликати епідемії серед населення і тварин.

При аналізі 65 міст, розташованих по всій території Північної Америки, дослідники виявили, що зміна того, наскільки ефективно міські райони виділяють тепло протягом дня назад в нижні шари атмосфери в процесі

конвекції (передача теплової енергії з предметів в навколишнє середовище), і є домінуючим фактором ефекту міського теплового острова. Це відкриття оскаржує давнє переконання, що цей ефект приводиться в рух головним чином шляхом зниження випарного охолодження в зв'язку з втратою рослинності. Як відомо, випарне охолодження – це процес природного випаровування води, що міститься в природних джерелах, таких як рослинність водойми, які поглинають тепло з навколишнього середовища, тому температура повітря стає нижче.

Дослідники вважають, що недостатньо ефективний процес конвекції особливо гостро стоїть в районах з вологим кліматом. Один тільки цей фактор сприяє підвищенню середньої денної температури не менше ніж на три градуси за Цельсієм.

Найчистіше повітря над океаном. У селах пилоподібних домішок в 10 разів більше, над селищами і невеликими містами повітря брудніше в 35 разів, а над промисловими центрами пливуть хмари важкого смогу. В них міститься пилу в 150 разів більший ніж над океаном. Забруднене повітря над великими містами простягається на висоту 1,5-2,0 км. Ця щільна шапка затримує влітку до 20% сонячних променів, а взимку, коли і так мало світла, поглинає половину його. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) за 2014 рік, щорічно у світі приблизно 3,7 мільйонів людина помирає через забруднення атмосферного повітря.

Загальна кількість смертей, пов'язаних із впливом забрудненого повітря як в приміщеннях, так і в атмосфері, досягає 7 мільйонів в рік. За даними Міжнародного агентства по вивченню раку, забруднення повітря є головною причиною виникнення онкологічних захворювань. Астрономи стверджують, що прозорість атмосфери зменшилася за останній час. Моделювання змін клімату та забруднення повітря, пов'язаних з індустріальним розвитком людства, показало, що щорічно приблизно 470 000 смертей може бути пов'язано з впливом атмосферного озону і приблизно 2 мільйони забрудненням повітря високодисперсними фракціями. Основними джерелами забруднення

є парникові гази - це гази, які пропускаючи сонячні промені, перешкоджають тепловому довгохвильовому випромінюванню випаруватися з земної поверхні. Присутність таких газів в атмосферах планет призводить до появи парникового ефекту, тобто підвищення температури нижніх шарів атмосфери планети порівняно з ефективною температурою, тобто температурою теплового випромінювання планети, спостережуваного з космосу.

Основними парниковими газами, в порядку їх оцінюваного впливу на тепловий баланс Землі, є:

1. Водяна пара — газоподібний стан води. Немає кольору, смаку та запаху. Міститься в тропосфері. Утворюється молекулами води при її випаровуванні.
2. Оксид вуглецю — безбарвний газ без запаху, зі злегка кислуватим смаком.
3. Концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі складає в середньому 0,0395%.
4. Метан — найпростіший вуглеводень, безбарвний газ (в нормальних умовах) без запаху. Малорозчинний у воді, легший за повітря. Основний компонент природного газу (77-99 %). За сучасними даними, в атмосферах планет-гігантів сонячної системи в помітних концентраціях міститься метан.
5. Озон — складається з молекул трьохатомних O_3 алотропних модифікацій кисню. При нормальних умовах — блакитний газ. Висока окисляюча здатність озону і освіта у багатьох реакціях з його участю вільних радикалів кисню визначають його високу токсичність. Вплив озону на організм може призводити до передчасної смерті.

Внесок у парниковий ефект газом торкнуться і особливостями газу і його достатком. Наприклад, на базисному метані молекули для молекули приблизно вісімдесят разів більш сильний парниковий газ, ніж вуглекислий газ, але це присутнє в набагато менших концентраціях так, щоб його повний внесок був меншим. Коли ці гази оцінюються їх внесок у парниковий ефект, найважливіші:

- водяний пар, який вносить 36-72%;
- вуглекислий газ, який вносить 9-26 %;
- метан, який вносить 4-9%;
- озон, який вносить 3-7 %.

Не можливо заявити, що визначений газ викликає точний відсоток парникового ефекту. Це, тому що деякі з газів поглинають і випромінюють радіацію в тих самих частотах як інші, так, щоб повний парниковий ефект не був просто сумою впливу кожного газу. Більш верхні рівні зазначених діапазонів для одного тільки кожного газу; більш низькі рівні становлять накладення з іншими газами. головний негазовий сприятливий фактор парникового ефекту Землі, хмар, також поглинає і випромінює інфрачервону радіацію і таким чином має ефект на випромінювальні властивості парникових газів. Наприклад, після того, як міський мікроклімат змінюється, наприклад, з благоустроєм території – зведенням міського парку, то енергоспоживання будівель в районі парку буде відрізнятися від середнього енергоспоживання будівель цілого міста.

Про різницю температури повітря на міській території порівняно з сільською місцевістю спочатку згадано у знаменитому дослідженні Люка Ховарда в 1820 році. У своїй книзі під назвою *The Climate of London*, Говард повідомив про виміри температури повітря в центрі Лондона в районі Тоттенхем Грін, що є в 1820-ті роки сільською місцевістю на північ від Лондона. Його виміри, які були проведені протягом кількох місяців показали, що температура в Лондоні була помітно вище, ніж температура в Тоттенхем Грін, особливо в нічний час. Він дуже просто відзначив різницю між температурами повітря по рівнянню:

$$\Delta T(\text{місто} - \text{село}) = T_{\text{місто}} - T_{\text{село}}$$

Це хоча і дуже просте рівняння викликало великий інтерес з боку інших вчених. У період до 1960-х проводилися аналогічні вимірювання в інших містах, і так званий ефект міського острова тепла був зафіксований в різних міських районах. Цей період досліджень, заснований на вимірюванні різниці температур

між міською і навколишнього її сільською місцевістю, називають «наглядною епохою» міської кліматології.

В епоху, що почалася під час 1980-х років, вчені намагалися описати реальні причини ефекту міського острова тепла, та проаналізувати фактори, що впливають на міський клімат.

Грунтуючись на дослідженні, ми можемо визначити сім причин, як найбільш значимих чинників, що впливають на міський мікроклімат:

1.Посилене короткохвильове випромінювання (багаторазові відбиття від фасадів будівель або від поверхні землі).

2.Посилене довгохвильове випромінювання (в основному викликане з абрудненням повітря).

3.Зниження втрат тепла довгохвильового випромінювання (геометрія «міського каньйону» або аналогічних міських елементів, що перешкоджають вивільненню довгохвильового випромінювання).

4.Антропогенні джерела тепла (наприклад, тепла, що виділяється автомобілями, промисловістю і т.д.).

5.Збільшення запасу тепла (використання будівельних матеріалів, тротуарних матеріалів тощо).

6.Зниження випаровування (зменшення числа водних об'єктів, рослинності).

7.Зниження турбулентного переносу тепла (низька швидкість вітру в міських районах, низький рівень міської вентиляції).

Ще одною з причин виникнення теплових аномалій в містах, це розташування вулиць в містах(рис.9). Через неоднорідність вуличної мережі, відбувається так званий застій повітряних мас, які завдають найбільшої шкоди людям. Існує два типи розміщення вулично-дорожньої мережі, це паралельна система вулиць та блочна. Блочна система розповсюджена здебільшого в містах з давньою історією, або в історичних районах міст.

Тільки зараз люди зрозуміли як можна було боротись з проблемою застою повітря в місті і починають будувати міста та райони міст з

паралельною системою вулиць. Ал і паралельна система вулиць розповсюджена не так сильно, в більшості випадків це молоді міста. Також розташування вулиць у місті залежить від розташування міста в певному типіві клімату, тому як блочна система вулиць у північних регіонах дозволяє зберігати тепло в містах, та з економити на обігріві міста. А в містах розташованих в південних регіонах планети, паралельна система дозволяє охолодити міста і так в жаркій місцевості.

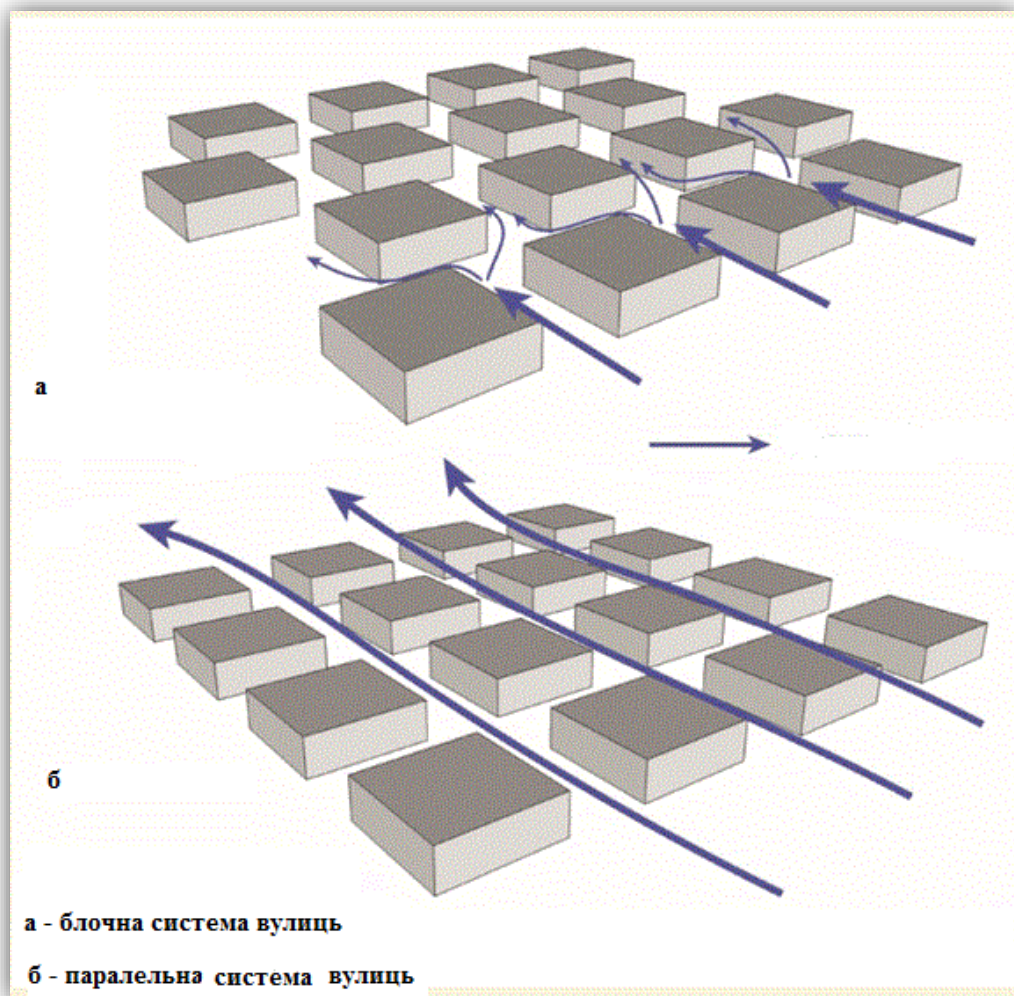


Рис.6. Існуючі системи вулиць

Міста України складаються з блочних або комбінованих систем вулиць, що в свою чергу це створює передумови для поганої циркуляції повітря і до застою повітря, що викликає теплові аномалії та шкодить екосистемі[1].



Рис.7. Приклад розміщення вулиць в місті Київ

Як показано на прикладі міста Києва система вулиць блочна(рис.10), що зумовлює утворення поганої циркуляції повітря в місті, але місто рятує; багато парків, яких стає все менше через забудування центральної частини Києва, та вигідне положення біля річки Дніпро. Така ж ситуація в усіх містах України, і не всі мають багато зелених насаджень та великі водні артерії. В Україні є тільки два міста з паралельним розташуванням вулиць це Миколаїв та Ізмаїл.

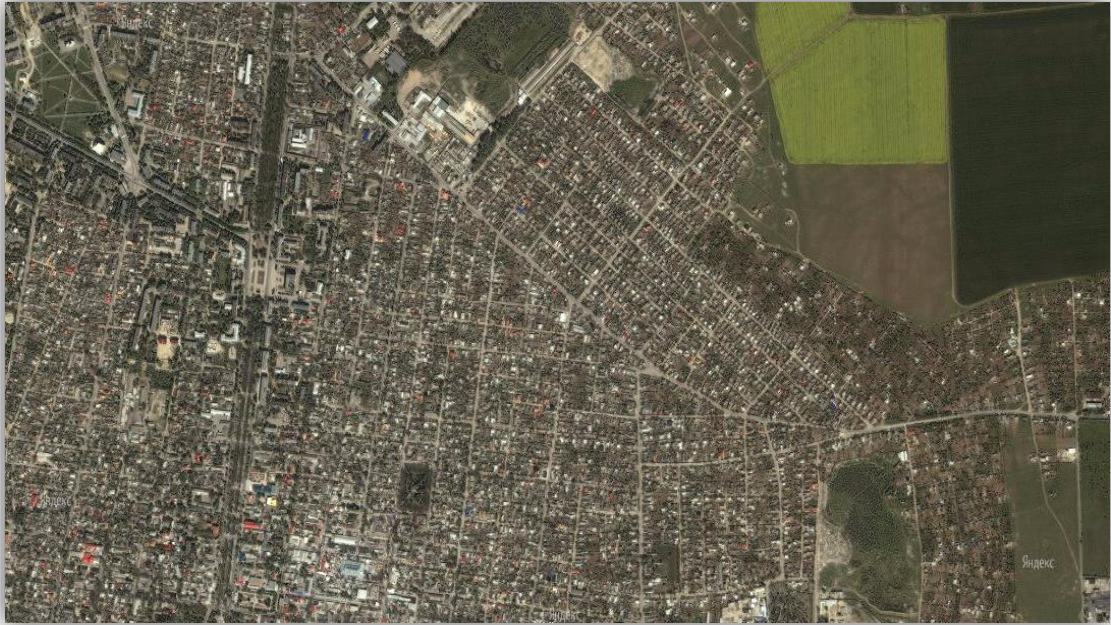


Рис.8. Приклад розміщення вулиць в місті Ізмаїл

Ці міста розташовані на чорноморському узбережжі, що дозволяє їм охолоджувати свою територію в теплу пору року за допомогою постійної циркуляції повітря в місті.

Тепер розглянемо міста Європи, такі як Рим та Берлін, які мають паралельну систему вулиць, це навіть відслідковується в історичних районах. Міста з багатою культурною спадщиною, що свідчить розуміння тодішніх вчених про циркуляцію повітря.

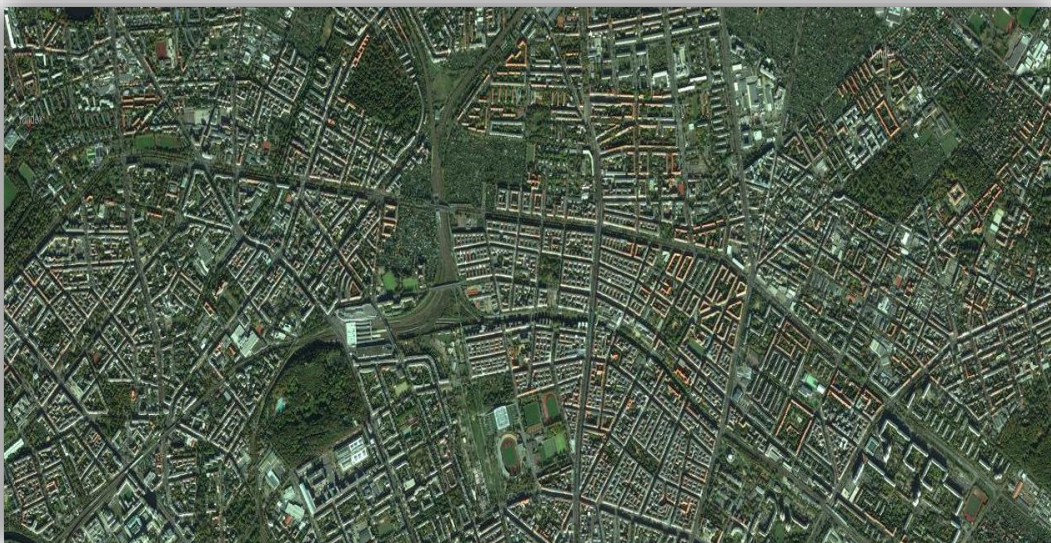


Рис.9. Приклад розміщення вулиць в місті Рим



Рис.10. Приклад розміщення вулиць в місті Берлін

Враховуючи той факт, що з ефектом міського острів тепла температура в міських районах протягом року вище порівняно з сільською місцевістю, це може бути вигідно для навантажень на опалення в зимовий період. З іншого боку, якщо розглядати цю ситуацію в теплій країні, де навантаження на охолодження в літній період є більш значною, ніж навантаження на опалення на весь рік, ефект міського острова тепла збільшить навантаження на охолодження. У цьому випадку, цей ефект не може розглядатися як позитивне явище.

1.4 СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ.

Усі дослідження в даній сфері виконуються за допомогою космічних апаратів, які в свою чергу дають нам якісні знімки всієї земною поверхні.

Досліджується, наприклад, добова динаміка теплового поля міста; впливом особливостей використання міських земель на просторово-часову динаміку локальних теплових аномалій міста; взаємозв'язок змін температури повітря і температури земної поверхні в межах міста; проводиться моделювання міського острова тепла, як температури поверхні, так і температури повітря; моделювання енергетичного балансу міста; проводиться зіставлення температур в місті і за його межами; вивчаються відмінності в інтенсивності теплового випромінювання об'єктів вдень і вночі; при зіставленні з розрахованим за даними видимого та ближнього інфрачервоного діапазонів значень вегетаційного індексу (NDVI).

Нормалізований вегетаційний індекс NDVI - це стандартизований індекс, що показує наявність і стан рослинності (відносну біомасу). Цей індекс використовує контраст характеристик двох каналів з набору мультиспектральних растрових даних – поглинання пігментом хлорофілу в червоному каналі і високої відбивної здатності рослинної сировини в інфрачервоному каналі(рис.15) (NIR).

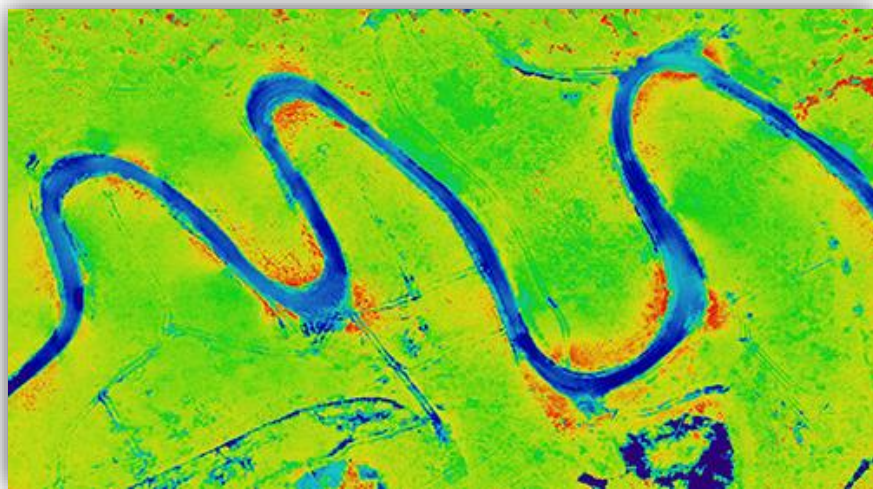


Рис.11. Приклад спектрального каналу NIR

NDVI часто використовується по всьому світу для моніторингу посухи, моніторингу та прогнозування сільськогосподарського виробництва, надання допомоги у прогнозуванні небезпечних зон пожеж і карт настання пустелі. NDVI краще для глобального моніторингу рослинності, оскільки допомагає компенсувати зміну умов освітлення, ухил поверхні, експозицію та інші зовнішні фактори (Lillesand 2004). Різні відображення у червоному і інфрачервоному (ІЧ) каналах дозволяє контролювати щільність та інтенсивність росту зеленої рослинності з використанням спектрального відбиття сонячної радіації. Зелене листя зазвичай показують найкраще відображення в близькому діапазоні інфрачервоних довжин хвиль, ніж в діапазонах видимих довжин хвиль[4].

Хмари, вода і сніг дають найкраще відображення у видимому діапазоні, ніж у ближньому інфрачервоному діапазоні, в той час як різниця практично дорівнює нулю для скель і голого ґрунту. Обробка NDVI створює одноканальний набір даних, який в основному представляє зелень. Негативні значення представляють хмари, воду і сніг, а значення, близькі до нуля, представляють скелі і голу ґрунт.

Інфрачервоне випромінювання — електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла (з довжиною хвилі $\lambda = 0,74$ мкм і частотою 430 ТГц) і мікрохвильовим радіовипромінюванням ($\lambda \sim 1-2$ мм, частота 300ГГц).

Оптичні властивості речовин в інфрачервоному випромінюванні значно відрізняються від їх властивостей у видимому випромінюванні. Наприклад, шар води в кілька сантиметрів непрозорий для інфрачервоного випромінювання. Інфрачервоне випромінювання становить більшу частину випромінювання ламп розжарювання газорозрядних ламп, близько 50% випромінювання Сонця; інфрачервоне випромінювання випускають деякі лазери. Для його реєстрації користуються тепловими і фотоелектричними приймачами, а також спеціальними фотоматеріалами.

Весь діапазон інфрачервоного випромінювання умовно ділять на три області:

ближня: $\lambda = 0,74-2,5$ мкм;

середня: $\lambda = 2,5-50$ мкм;

далека: $\lambda = 50-2000$ мкм.

У багатьох роботах основним джерелом інформації є дані космічної зйомки в тепловому інфрачервоному діапазоні. Дані теплової інфрачервоної зйомки застосовуються в географічних дослідженнях міських островів тепла різного просторового охоплення, визначається характеристиками знімальної системи: шириною смуги огляду, просторовим дозволом знімків. Так, багатоканальні радіометри AVHRR супутників NOAA і MODIS, встановлені на супутниках Terra і Aqua з смугою огляду в 2-3 тис км, надають знімки низького просторового дозволу (близько 1 км), які використовуються в дослідженнях значного просторового охоплення. Це дозволяє оцінити загальну потужність і довжина теплового острова, його вплив на околиці, зіставити розмір та інтенсивність теплових островів різних міст. Перевага таких матеріалів високої повторюваності зйомки, великій кількості знімальних каналів, однак просторовий дозвіл 1 км недостатньо для вивчення просторових неоднорідностей всередині острова тепла.

Наприклад, дані теплового інфрачервоного діапазону, одержувані з метеорологічних супутників серії NOAA, дозволили ще в 1998-1999 рр. створити в Інституті космічних досліджень РАН підсистему супутникового екологічного моніторингу міста, яка була в стані виявляти великі теплові аномалії, зокрема, викиди промислових відходів (ТЕЦ, великі виробництва, ставки-охолоджувачі), реєструвати димні шлейфи від труб, що виникають в результаті великих лісових і торф'яних пожеж в околицях міста. Процес виявлення теплових аномалій включав в себе: класифікацію ділянок зображення за значенням радіаційної температури і виявлення аномальних на даній території джерел випромінювань; виділення теплових аномалій на основі аналізу часових рядів. Залежно від заводої обстановки, часу доби та природно-кліматичних умов використані різні стандартні алгоритми

виявлення теплових аномалій, а також алгоритми, які успішно апробовані при виявленні пожеж. Приклад виділення джерел випромінювання від теплових електростанцій. При відомих розмірах джерела теплових випромінювань, наприклад, труб ТЕЦ, ставків-охолоджувачів, корпусів сталеливарних виробництв і тому подібних об'єктів, а також при здійсненні теплової зйомки в декількох спектральних діапазонах одночасно, можливе отримання абсолютних значень температур.

Інший підхід представляє використання в дослідженні острова тепла знімків з роздільною здатністю не нижче 100-120 м, таких як ETM+/Landsat-7 і ASTER/Terra. Знімки з супутників Landsat є одними з найпоширеніших матеріалів дистанційного зондування Землі в географічних дослідженнях регіонального рівня. В тому числі це стосується і знімків в тепловому інфрачервоному діапазоні. Такі знімки дозволяють побачити внутрішню просторову структуру міських островів тепла, простежити розвиток у часі і просторі локальних теплових аномалій, оцінити тепловий вплив різних міських об'єктів один на одного. У дослідженнях міських островів тепла знімки з супутників Landsat використовуються як в якості додаткового матеріалу так і в якості основного.

РОЗДІЛ 2. ВИВЧЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕПЛОВИХ АНОМАЛІЙ В
МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.

					ДИПЛОМНА РОБОТА			
			Підпис	Дата				
Виконав	Лисенко І.П				Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст за супутниковими знімками	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							1	32
Керівник	Патракеєв І.М					КНУБА, група ГІСТ-61		
Зав. каф.	Карпінський Ю.О							

РОЗДІЛ 2. ВИВЧЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕПЛОВИХ АНОМАЛІЙ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.

2.1 ВИБІР ТА ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ. ОПИС ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РЕСУРСІВ.

В дипломному проекті розглядається питання про виявлення теплових аномалій на території міст за допомогою дистанційного зондування землі.

Було вибрано міста в які є центрами важкої промисловості та міста в яких знаходиться АЕС, тому що там викид тепла найбільший і це дає можливість побачити різницю між тепловими аномаліями та підстилаючою поверхнею.

Вихідними даними проекту є:

1. Супутникові знімки високої роздільної здатності, зі супутника Landsat 8.
2. Програмні ресурси ArcGIS та QGIS.
3. Геопортали <https://libra.developmentseed.org>[5]

<http://earthexplorer.usgs.gov>[6]

За допомогою цих ресурсів користувачі зможуть отримати доступ до ресурсів єдиного банку геоінформаційних даних, а також здійснювати пошук по єдиному каталогу інформації дистанційного зондування Землі, розрахунок координат і відстаней для вибраних об'єктів на фотокарті і формування замовлення на архівні матеріали.



Рис.12. Знімок космічного апарату Landsat 8

Космічний апарат Landsat 8(рис.16), отримує зображення у видимому діапазоні хвиль, в ближньому ІЧ і в далекому ІЧ, з роздільною здатністю знімків від 15 до 100 метрів на точку. Проводиться зйомка суші і полярних регіонів. У добу знімається близько 400 сцен (у попереднього LandSat - 7 було всього 250 сцен в день). Сенсори OLI і TIRS мають більш високе відношення сигнал-шум (SNR) і дозволяють знімати до 12 біт на точку.

Параметри продукції Landsat 8:

Рівень обробки: 1Т (корекція рельєфу)

Формат зображень: GeoTIFF

Розмір пікселя: 15метрів/30метрів/100метрів (панхроматичний канал/ мульти спектральний канал/дальній ІЧ)

Проекція: UTM, також полярна стереографічна для Антарктиди

Система координат: WGS 84

Точність позиціонування: ООО: КВО 12 метрів (90 %)

Таблиця 1.

Діапазони OLI (Operational Land Imager)

Спектральний канал	Довжина хвиль	Розмір 1 пікселя
Канал 1 – Узбережжя і аерозолі (Coastal/Aerosol, New Deep Blue)	0.433-0.453 мкм	30м
Канал 2 – Синій (Blue)	0.450-0.515 мкм	30м
Канал 3 – Зелений (Green)	0.525-0.600 мкм	30м
Канал 4 – Червоний (Red)	0.630-0.680 мкм	30м
Канал 5 – Близький ІЧ (Near Infrared, NIR)	0.845-0.885 мкм	30м
Канал 6 - Близький ІЧ (Short Wavelength Infrared, SWIR2)	1.560-1.660 мкм	30м
Канал 7 - Близький ІЧ (Short Wavelength Infrared, SWIR3)	2.100-2.300 мкм	30м
Канал 8 - Панхроматичний (Panchromatic, PAN)	0.500-0.680 мкм	15м
Канал 9 – Пір'ясті хмари (Cirrus, SWIR)	1.360-1.380 мкм	30м

Супутникові зображення — збірна назва даних, яку отримують за допомогою космічних апаратів (КА) в різних діапазонів електромагнітного спектра, які візуалізуються потім за певним алгоритмом. Як правило, під поняттям супутникових зображень в широких масах розуміють оброблені дані дистанційного зондування Землі, представлені у вигляді візуальних зображень.

Вихідна інформація супутникових зображень являє собою зареєстроване певним видом сенсорів електромагнітне випромінювання. Таке випромінювання може мати як природний характер, так і відгук від штучного (антропогенного або іншого) походження.

Наприклад, знімки Землі являють собою по суті звичайну фотографію. Такі знімки характеризуються тим, що реєструють відображення випромінювання Сонця від поверхні Землі. Знімки, використовують відгук від штучного випромінювання, схожі на фотографію вночі при фотоспалаху, коли природної підсвічування немає і використовується світло, відбите від яскравого спалаху лампи. На відміну від любительської зйомки, КА можуть використовувати перевипромінювання у діапазонах електромагнітного спектра, що виходить за межі оптичного діапазону видимого оком людини і чутливого для сенсорів побутових камер. Наприклад, радарні знімки, для яких хмарність атмосфери є прозорою. Такі знімки дають зображення поверхні Землі або інших космічних тіл «через хмарність».

Супутникові зображення Землі можуть використовуватися для самої різноманітної діяльності: оцінка ступеня дозрівання урожаю, оцінка забруднення поверхні певною речовиною, визначення меж поширеності якого небудь об'єкта або явища, визначення наявності корисних копалин на заданій території, в цілях військової розвідки і багато іншого. Для отримання знімків було обрано два інформаційних ресурси, які надають знімки супутника Landsat 8 безкоштовно та у вільному доступі.

Перший інформаційний ресурс це <https://libra.developmentseed.org>.

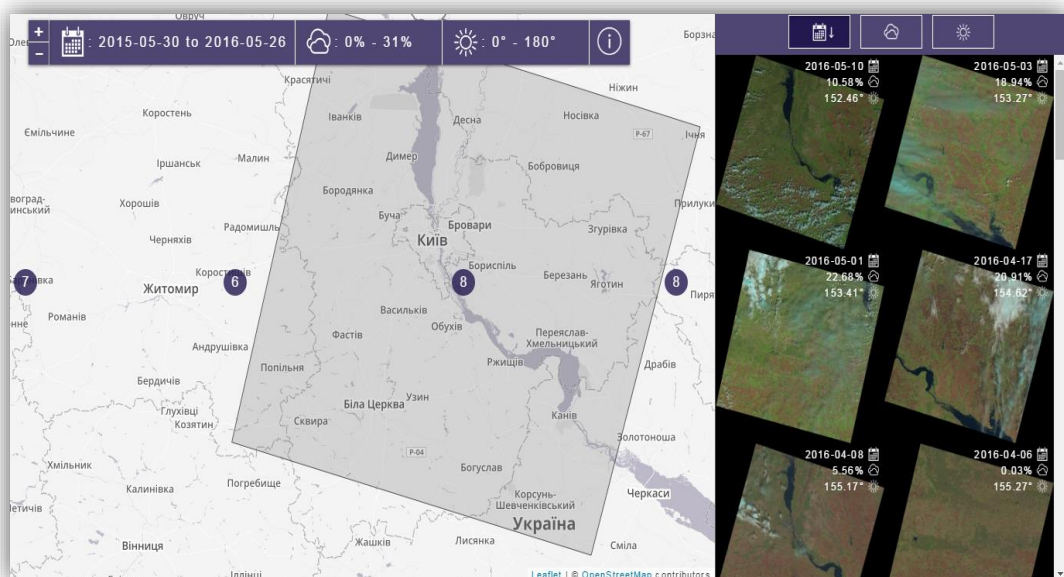


Рис.13. Приклад інформаційного ресурсу

libra.developmentseed(рис.17) - це сайт який дає змогу відкривати знімки супутника Landsat 8. За допомогою нього можна переглядати, фільтрувати, сортувати і завантажувати зображення. Кожен номер на карті означає кількість зображень, доступних в цьому місці. Фільтри у верхній частині картки можна використовувати для вибору нового діапазону дат, відсоток хмарності.

Другий інформаційний ресурс - це <http://earthexplorer.usgs.gov>

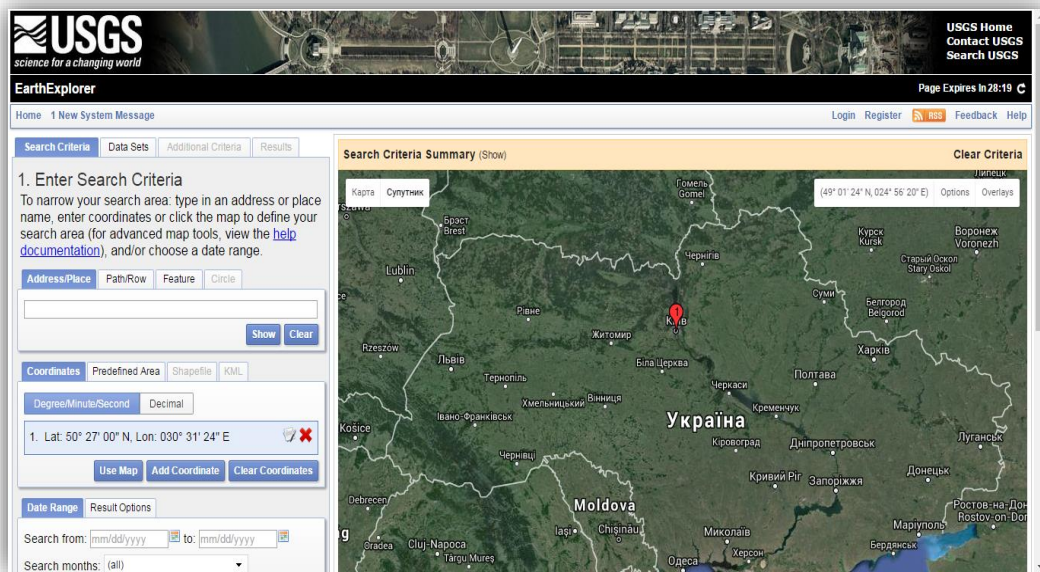


Рис.14. Приклад інформаційного ресурсу

Через веб-інтерфейс EarthExplorer(рис18), можна шукати знімки за географічними назвами чи координатами, задавати певні часові рамки, вибирати супутники, день-ніч, рівень хмарності. Разом із прив'ю результату прийде купа метаданих. Прив'ю можна проглянути у прив'язці до території на карті. Аби скачати сирі знімки доведеться зареєструватись на сайті. Знімки доступні у кількох форматах. Від досить легкого jpg до власне сирих tiff. Всі знімки йдуть з геоприв'язкою, тобто це дає змогу працювати з ними у будь-якій геоінформаційній системі.

Для обробки знімків використовується системне забезпечення Windows, тому що є найпоширенішою у даному регіоні та легкодоступною. Система надає змогу використовувати такі програми як ArcGIS та QGIS. Які в повній мірі дають можливість для виконання даної дипломної роботи. Ще одною

причиною вибору даних програмних ресурсів було те що, впродовж усього періоду навчання в університеті на даній спеціальності робота та навчання таких програмних продуктів як ArcGIS та QGIS дало змогу використовувати їх в повному обсязі та без обмежень.

Першим програмним ресурсом є ArcGIS, являє собою повну систему, яка дозволяє збирати, організовувати, керувати, аналізувати, обмінюватися і розподіляти географічну інформацію. Будучи світовим лідером серед платформ для побудови і використання геоінформаційних систем (ГІС), ArcGIS використовується людьми по всьому світу для застосування географічних знань у практичній сфері державного управління, бізнесу, науки, освіти та ЗМІ. Платформа ArcGIS дозволяє публікувати географічну інформацію для доступу та використання будь-якими користувачами. У тисячах організацій різних галузей діяльності люди використовують ArcGIS у великому діапазоні застосувань, включаючи планування, аналіз, управління майном, ознайомлення з операціями, робота на майданчику, наприклад, мобільний огляд та застосування заходів, дослідження ринку, логістика, освіта і пропаганда. Зазвичай люди використовують ArcGIS тому, що вона допомагає їм:

ArcGIS дозволяє виконувати наступне:

1. Створювати, обмінюватися і використовувати інтелектуальні карти
2. Компіляція географічної інформації
3. Створювати і управляти базами географічних даних
4. Рішення задач за допомогою просторового аналізу
5. Створення додатків на підставі карт
6. Зв'язок і обмін інформацією з використанням сили географії та візуалізації.

Другим програмним ресурсом є QGIS - це зручна географічна інформаційна система (ГІС) з відкритим кодом, що розповсюджується на умовах GNU General Public License. QGIS є проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Вона працює на Linux, Unix, Mac OSX, Windows та Android, підтримує безліч растрових та векторних форматів, бази даних та

має багаті можливості. Програма може створювати нові векторні документи, редагувати вже наявні, конвертувати їх в інші формати. Для аналогічних дій з растровими даними їх необхідно імпортувати в GRASS.

QGIS володіє широкими можливостями, зокрема:

1. Зміна і створення нових shape-файлів;
2. Можливість геокодування зображень завдяки наявності просторового визначення;
3. Наявність інструментарію для оцифровування форматів, що працюють на базі OGR і GRASS;
4. Експорт і імпорт даних GPX з GPS, можливість їх завантаження у пристрій GPS;
5. OpenStreetMap – нові можливості в області візуалізації і редагування файлів;
6. SPIN – плагін забезпечує роботу з шарами PostGIS: їх створення і подальша обробка;
7. Можливість управляти різними властивостями векторних документів, задіюючи модуль Table Manager;
8. Створення і подальше зберігання знімків екрану з використанням просторової прив'язки;
9. QGIS дозволяє одночасно поєднувати векторні і растрові зображення, проводити накладання одного на іншого.

Підтримуються наступні основні формати файлів:

shp, dbf, shx, prj, qix, qrx, img cvs, osm, gpx, jpeg, png .tif.

Програма володіє приємним і зрозумілим візуальним інтерфейсом, за допомогою якого можна проводити дослідження просторових даних, створювати нові карти.

Одним з вагомих плюсів QGIS є його легка доступність і безкоштовне скачування. В свою чергу як ArcGIS є платною програмою і потребує значних фінансових вливань[9].

Таблиця 2.

Порівняльна характеристика програмних ресурсів

ГІС	QGIS	ArcGIS
Вартість	QGIS, GRASS, SAGA, як і серверний продукт GeoServer та решта - це безкоштовні для комерційного використання системи з відкритим сирцевим кодом (Open Source), що розповсюджується під ліцензією GNU.	ArcGIS — пропрієтарна система з закритою платною ліцензією. Вартість версії для ПК комерційного використання складає 245000 - 490000 грн , а серверної версії 700000 - 1400000 грн .
Операційні системи	Windows, Mac OSX, Linux, BSD, Android	Лише Windows
Імпорт-експорт	З коробки підтримується величезна кількість форматів даних, що можуть розширюватися безкоштовними додатками	Обмежена кількість форматів, що підтримуються
Розширення	Величезна бібліотека безкоштовних розширень.	Вбудовані можливості, більшість доступних розширень платні.
Інструменти	загалом зі встановленими основними розширеннями список налічує 770 інструментів з можливістю безмежного розширення. Умовно можливий виділити такі групи найпопулярніших інструментів: <ul style="list-style-type: none"> робота з даними ДЗЗ; геостатистика; гідрологічний аналіз; аналіз каналів; аналіз освітлення; морфометричний аналіз; моделювання пожеж; робота з LIDAR; робота з тривимірними моделями рельєфу (DEM); растрова калькуляція; інструменти зональної статистики; робота з базами даних; величезний набір інструментів для аналізу та створення з растрових та векторних об'єктів; тривимірна візуалізація; робота з CAD; експорт в інтерактивні мапи як на сервер, та і у вигляді відстороненого веб-застосунку 	Групи та кількість інструментів значною мірою залежать від випуску. Загалом інструментарій ArcGIS дуже багатий і налічує такі основні групи інструментів: <ul style="list-style-type: none"> ArcGIS 3D Analyst – набір для роботи з тривимірними даними, моделями рельєфу та іншим; ArcGIS Geostatistical Analyst – набір для моделювання, оцінки та аналізу геостатистичних даних; ArcGIS Network Analyst – набір для просторового аналізу мереж та шляхів, покликаний вирішувати логістичні проблеми; ArcGIS Tracking Analyst – аналітичні інструменти для оцінки залежності динаміки просторових даних в часі; ArcGIS Data Interoperability – інструменти для імпорту та експорту в різні формати даних, що підтримуються; Експорт в інтерактивні мапи для серверу ArcGIS або ArcGIS online.
Оновлення	Нові версії виходять через кожні 4-6 місяців, регулярно доступні бета-версії найновішої версії, що ще офіційно не вийшла.	Нові версії виходять приблизно один раз на рік. Оновлені версії розповсюджуються як окремі програмні продукти, що необхідно купувати.
Розробка додатків	Python, C++, R	Python, C++, C#, R, Java
Переклад	48 мов	11 мов

2.2 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕОПОРТАЛІВ З ДЖЕРЕЛАМИ ДАНИХ, ЩО ДО АНАЛІЗУ ТЕПЛОВИХ АНОМАЛІЙ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

В даній роботі ми використовували два геопортали, які дають змогу повністю розкрити тему даної роботи:

1. libra.developmentseed.org

2. earthexplorer.usgs.gov

Обидва геопортали працюють з космічним апаратом Landsat 8, та дають змогу отримати космічні знімки високої роздільної здатності. Але в кожного є свої сильні та слабкі сторони.

Спочатку розглянемо libra.developmentseed.org, що до аналізу теплових аномалій в міському середовищі. Геопортал задовольняє повністю наші потреби для вирішення поставленої задачі. Дуже простий інтерфейс(рис.19) дає змогу одразу зрозуміти всі налаштування для отримання знімків. Кількість цифр на карті показує точне значення отриманий знімків.

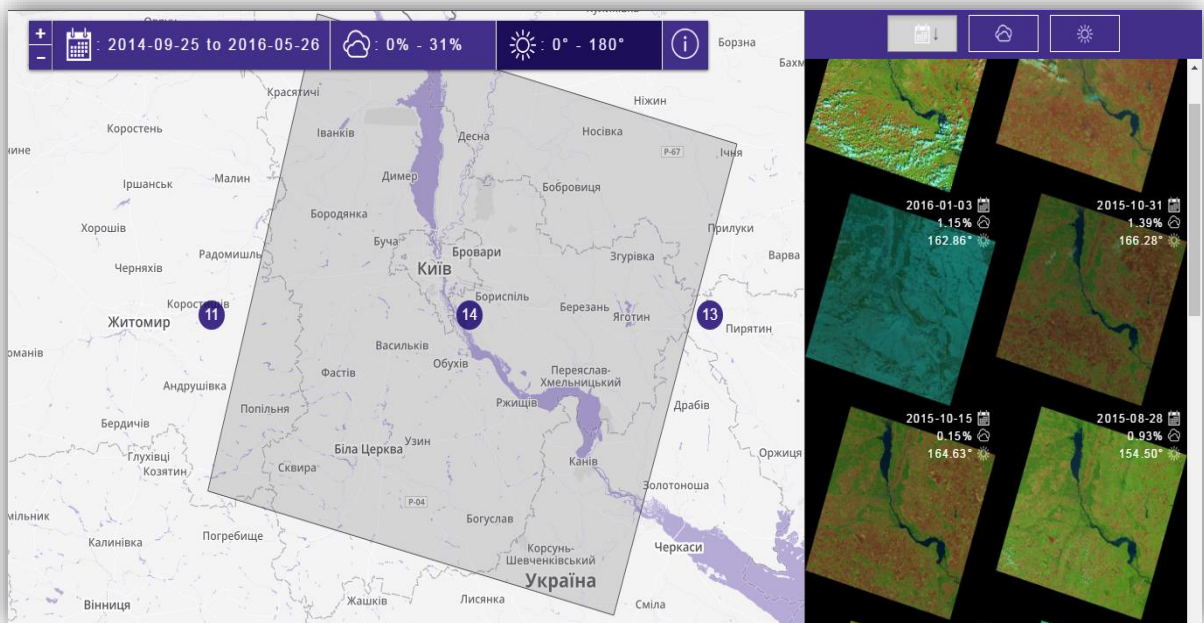


Рис.15. Інтерфейс геопорталу libra.developmentseed.org

На верхній центральній панелі розташовані різноманітні налаштування для вибору знімка, за пошуком знімків за певний період часу (рис.20),

сортування за певним відсотком хмарності на знімку(рис.21), та відсоток освітленості знімка(рис.22)

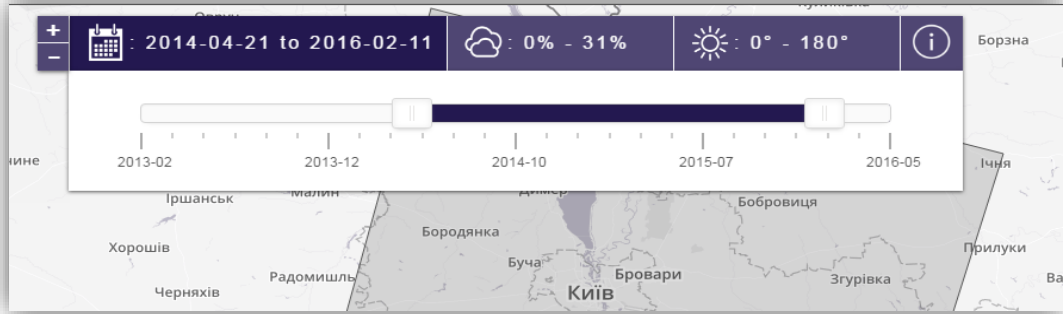


Рис.16. Пошук знімків за певний період

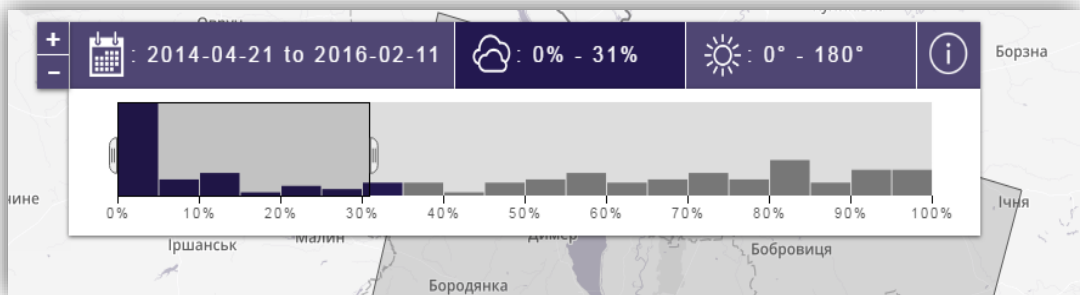


Рис.17. Пошук за відсотком хмарності

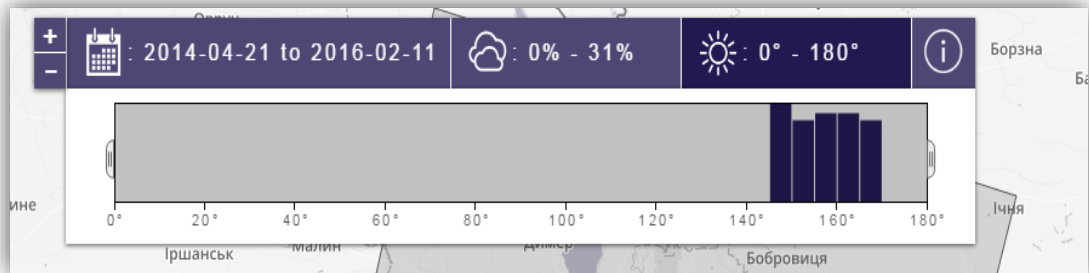


Рис.18. Пошук за відсотком освітленості

Дані налаштування, дають змогу просто та без знання спеціальних навичок розібратись в даному геопорталі. Також важливу роль в виборі знімка грає панель налаштувань в правій верхній частині сайту, яка дає можливість вибрати потрібні знімки за допомогою простих маніпуляцій.

Присутні такі налаштування як; сортування знімків вибраної території за періодом знімання, сортування знімків за кількістю видимої території на знімку та сортування за освітленістю вибраної території.

Скачування потрібного знімку просте та зрозуміле і не потребує спеціальних навичок(рис.23).



Рис.19.Скачування знімку

Позначення усіх налаштувань за допомогою значків значно полегшує роботу. Головною проблемою даного геопорталу є те що немає змоги знайти потрібну територію за допомоги звичайного пошуку, що б значно спростило пошуки потрібної території. Також значним недоліком є відсутність знімків в холодний період року, що для даного дипломного проекту не припустимо.

Другим геопорталом є **earthexplorer.usgs.gov** що дозволяє отримувати знімки для обробки та визначення теплових аномалій. Його використання значно складніше але повністю та в цілому задовольняє наші потреби в повноцінному отриманню знімків для роботи. Присутня функція зміни режиму перегляду знімків (карта та супутник). Інтерфейс(рис.24) доволі складний та не зрозумілий, але великий вибір функціонального забезпечення

все компенсує, що дає змогу в повній мірі використовувати геопортал на всі 100%.

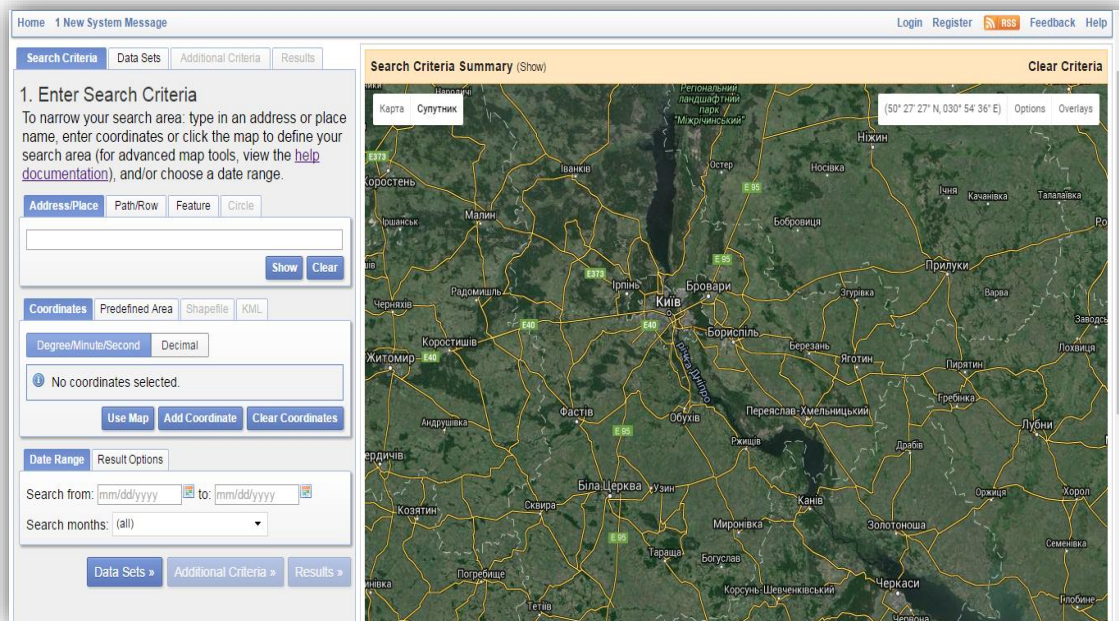


Рис.20. Інтерфейс геопорталу earthexplorer.usgs.gov

Для пошуку знімків в лівій частині геопорталу знаходиться панель пошуку потрібної місцевості для вибору знімка, що є великою перевагою. Адже ми можемо шукати місцевість як і по карті, так і вбити в пошукову строку. Пошук(рис.25) можемо здійснювати як і по назві місця так і по координатам.

To narrow your search area: type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the [help documentation](#)), and/or choose a date range.

Address/Place Path/Row Feature Circle

Київ Show Clear

Click on an Address/Place to show the location on the map and add coordinates to the Area of Interest Control.

Num	Address/Place	Latitude	Longitude
1	Київ, Україна, 02000	50.4501	30.5234

Coordinates Predefined Area Shapefile KML

Degree/Minute/Second Decimal

No coordinates selected.

Use Map Add Coordinate Clear Coordinates

Date Range Result Options

Search from: mm/dd/yyyy to: mm/dd/yyyy

Search months: (all)

Рис.21.Пошукова панель

Також на цій панелі знаходиться пошук знімків за певний період часу на даній території. Після вибору часового періоду, переходимо на панель вибору супутників(рис.26), що є безперечно великим плюсом.

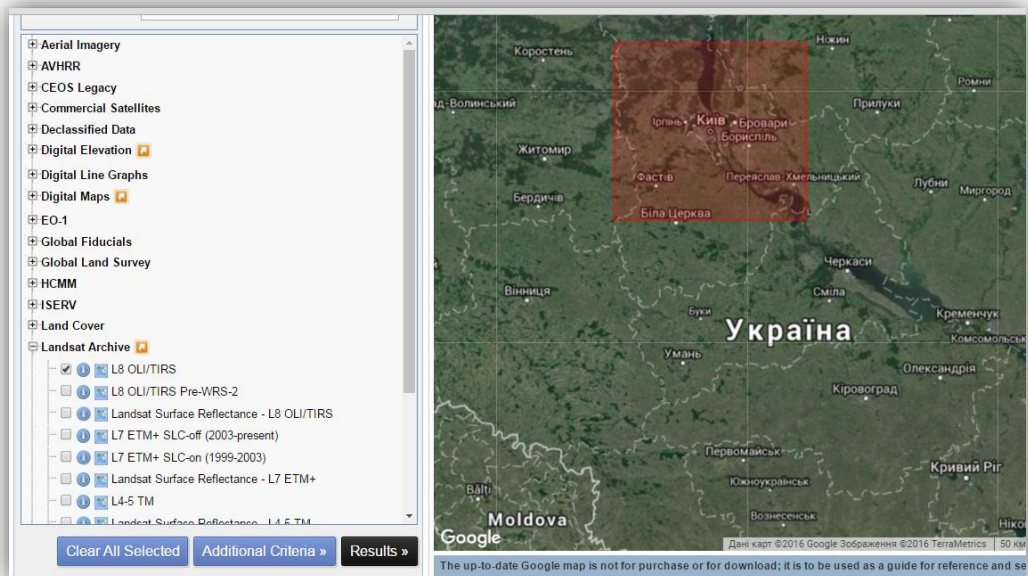


Рис. 22. Вибір супутників

Вибір знімку не займає великий проміжок часу, тому я присутня функція накладання знімку на карту і це дає можливість побачити всю картину повністю(рис.27).

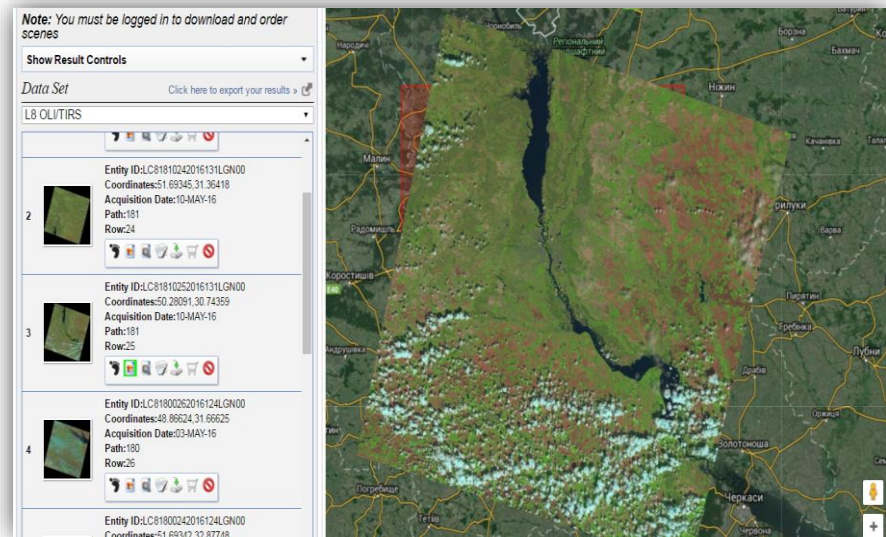


Рис.23. Накладання знімка на карту

Але вибір самого знімку доводиться проводити візуально, спостерігати за освітленістю знімка чи його прозорістю. Також відсутнє сортування за датою. Скачування знімка є простою задачею, адже ми можемо вибрати потрібний формат.

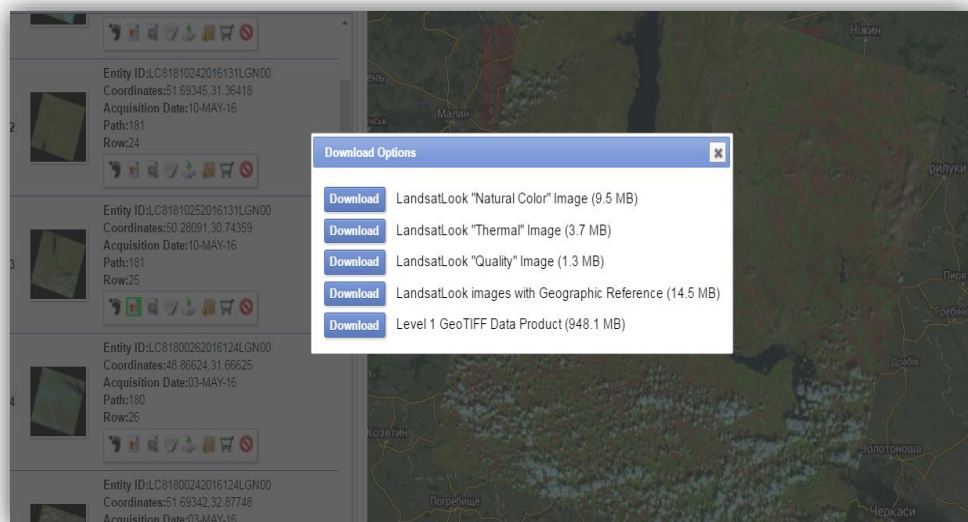


Рис.24. Скачування знімків

Основними недоліками геопорталу є відсутність скачування(рис.28) знімків без реєстрації та заплутаний інтерфейс.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКИ ДЖЕРЕЛ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА ПРИКЛАДІ МІСТ УКРАЇНИ.

3.1 ФОРМУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ РАСТРОВИХ ДАНИХ

Зображення і растрові дані зазвичай зберігаються в оригінальному вигляді. Іноді доводиться редагувати значення окремих пікселів, наприклад, при редагуванні об'єкта в наборі векторних даних. Ці дані зазвичай обробляються для створення нових форм, які можуть оброблятися "на льоту" або зберігатися в іншій версії. Ці набори даних, і їх колекції, часто дуже великі, тому, дуже важливо правильно керувати ними, в чому вам допоможе ArcGIS.

Є три способи зберігання зображення і растрових даних у вигляді файлів у файлової системі на базі геоданих або зберігання у файлах з управлінням з бази геоданих. При виборі способу зберігання також слід визначити, чи будуть зберігатися всі дані в єдиному наборі растрових даних або в каталозі, в якому можна розмістити велику кількість растрових наборів даних. Якщо ви зберігаєте дані у файлової системі, вам доведеться використовувати набори растрових даних, тоді як у базі геоданих можна зберігати і набори растрових даних, та набори даних мозаїки. Третя опція бази геоданих – каталог растрів. В подальшому він не обговорюється, оскільки його повністю замінює набір даних мозаїки, який має більше можливостей і функцій.

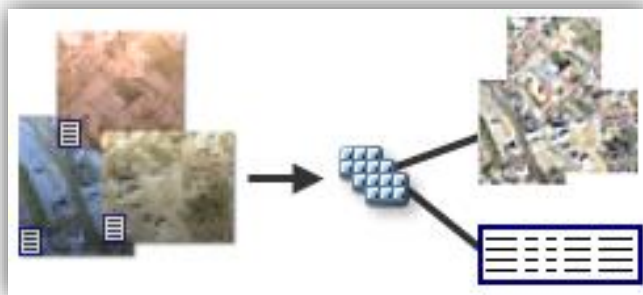


Рис.25. Окремі растри і метадані складають набори даних мозаїки

Дані в наборі даних мозаїки(рис.29) не обов'язково повинні бути суміжними(рис.30) або перекриватись(рис.31), але можуть існувати як не з'єднані, переривчасті набори даних. Наприклад, можуть бути зображення,

повністю покривають площу, або може бути багато трикутних шматочків зображень, які можуть бути з'єднані для формування безперервного зображення (наприклад, уздовж трубопроводів).



Рис.26. Покриття суміжних даних

Рис.27. Покриття переривчастих даних

Дані можуть навіть повністю або частково перекриватися, але бути отримані в різні дати. Набір даних мозаїки – це ідеальний набір даних для зберігання тимчасових даних. Ви можете запитати набір даних для відображення зазначених дати та часу, а також використовувати метод мозаїки для відображення мозаїки згідно з атрибутом дати або часу. Набори даних мозаїки не обмежені одним певним типом растрових даних. Можна додавати растрові дані з різними проекціями, дозволами, глибиною кольору і числом каналів. Для всієї колекції даних можна побудувати оглядові зображення. Це дозволяє швидше переглядати дані, а також спрощує їх зберігання. Також є багато додаткових властивостей для перегляду, включаючи завдання методу мозаїки, які роблять ці набори даних унікальними і функціональними в багатьох ситуаціях. Крім того, ви можете виконувати запити до наборів даних мозаїки на основі просторових і непросторових обмежень. Результатами цього запиту можуть бути набори зображень, які ви можете обробити послідовно, або динамічно створена мозаїка.

Таблиця 3

Порівняння моделей зберігання растрових даних

	Набір растрових даних	Набір даних мозаїки
Опис	Одне зображення об'єкта або безшовне зображення, що охоплює просторово безперервну область. Це може бути одне вихідне зображення або зображення, складене з декількох більш дрібних (мозаїка).	Колекція растрових даних, що зберігаються як каталог, який дозволяє зберігати, управляти, переглядати і робити запити до колекцій растрових даних і даних лідара. Він проглядається у вигляді мозаїчного зображення, але у вас є доступ до кожного набору растрових даних колекції.
Сховище	У вигляді файлу на диску або у базі геоданих.	Всередині бази геоданих, але може мати посилання, збережене у файлі на диску
Шари карти	Один шар карти	Один шар карти
Гомогенні або гетерогенні дані	Гомогенні дані: один формат, тип даних і файл	Гетерогенні дані: кілька форматів, типів даних, різні розміри файлів і системи координат.
Метадані	Записуються один раз і описують весь набір даних.	Можуть зберігатися в запису растра і як атрибути в атрибутивній таблиці.
Набори даних з низьким дозволом	Один пірамідне шар для всього набору растрових даних.	Пірамідні шари для кожного набору растрових даних, так само як і оглядові зображення (наприклад, пірамідні шари) для всієї колекції.
Геообробка і аналіз зображень	Може використовуватися як джерело даних у багатьох інструментах геообробки і аналізу. Може використовуватися у вікні Аналіз зображень (Image Analysis).	Може використовуватися як джерело даних у багатьох інструментах геообробки і аналізу. Може використовуватися у вікні Аналіз зображень (Image Analysis).

Плюси	Швидке відображення при будь-якому масштабі. Мозаїка займає менше місця, т.к. відсутні області накладення даних.	Управляє великими колекціям и растрових даних. Швидке відображення при будь-якому масштабі. Немає втрат даних для створення мозаїки. Користувач отримує доступ до всього змісту колекції. Можна встановити властивості для контролю за мозаїчним зображенням. Обробка «на льоту».
Мінуси	Набори растрових даних файлової або персональної бази геоданих оновлюються повільніше, оскільки необхідно переписати весь файл.	Створення оглядів займає час.
Обслуговування	Може обслуговуватися безпосередньо як сервіс зображень.	Може обслуговуватися безпосередньо як сервіс зображень.
Рекомендації	Використовуйте набори растрових даних, якщо вам не потрібно зберігати області накладення між зображеннями в мозаїці, а також для швидкого відображення великих обсягів растрових даних	Використовуйте набір даних мозаїки для керування й візуалізації растрових даних і даних лідара. Це підходить для багатовимірних даних, запитів, зберігання метаданих і накладення даних, і забезпечує гарне гібридне рішення.

Зберігати растрові дані в базі геоданих зручно, якщо ви хочете керувати растрами, додавати поведінку і контролювати схему; якщо ви хочете керувати добре налаштованим набором растрових даних як частиною вашої СУБД (СУБД); і якщо потрібно єдина архітектура для управління всім змістом. Існує три основних типи баз геоданих: корпоративна, особиста та файлова.

Корпоративна база геоданих використовує ArcSDE і підтримує множинні операції у своїй СУБД. Файлові бази геоданих (такі як персональні) розроблені

для редагування одним користувачем і не підтримують версії. Файлова база розташовується в звичайній директорії файлової системи, тому, для доступу до неї пароль не потрібен. Файлові та корпоративні бази геоданих мають одну базову схему зберігання.

Таблиця 4

Порівняння зберігання растрів у файловій, корпоративної та персональної бази геоданих

Характеристики збереження растрів	Файлова база геоданих	Розрахована на велику кількість користувачів база даних	Персональна база даних
Розмір	1 Тб на кожен набір растрових даних	Без обмежень, крім обмежень СУБД	2 гігабайт (Гб) на базу геоданих
Формат файлу набору растрових даних	Набір растрових даних файлової бази геоданих	Набір растрових даних ArcSDE	ERDAS IMAGINE, JPEG або JPEG 2000
Сховище	Набір растрових даних: керований Набір даних мозаїки: некерований Растр як атрибут: керований або некерований	Набір растрових даних: керований Набір даних мозаїки: некерований Растр як атрибут: керований	Набір растрових даних: керований Набір даних мозаїки: некерований Растр як атрибут: керований або некерований
Стиснення	LZ77, JPEG, JPEG 2000 або None	LZ77, JPEG, JPEG 2000 або None	LZ77, JPEG, JPEG 2000 або None
Мозаїка	Дозволяє приєднувати дані до набору растрових	Дозволяє приєднувати дані до набору растрових даних при побудові мозаїки	Перезаписує новий набір даних кожен раз при створенні мозаїки

	даних при побудові мозаїки		
Обновлення	Можливо поступове оновлення	Можливо поступове оновлення	Неможливе
Кількість користувачів	Один користувач і малі робочі групи; кілька читачів і один записуючий	Багатокористувацька; багато користувачів і багато записуючих	Один користувач і малі робочі групи; кілька читачів і один записуючий

3.2 СТРУКТУРА БАЗИ ГЕОДАНИХ

Вектори є широко використовуваним способом представлення даних у базі геоданих, що придатний для відображення об'єктів з дискретними границями, таких, наприклад, як, вулиці, ріки, області і земельні ділянки. Звичайно, векторні дані зображуються у виді точок, ліній чи полігонів. .

Клас об'єктів. Це таблиця в базі геоданих, який ви можете приписувати "поведінку". Рядки в таблиці відповідають записам для окремих об'єктів, що мають свою "поведінку" в ГІС. Наприклад, до класу об'єктів можуть бути віднесені об'єкти типу "власник" земельної ділянки. Користувач може встановлювати взаємини між полігональними векторними об'єктами для земельних ділянок і об'єктами класу власників.

Клас географічних об'єктів. Сукупність географічних об'єктів одного типу. Географічним об'єктом є простий об'єкт, що має географічне положення, що зберігається як одне з його властивостей у відповідних полях чи у рядку таблиці. Звичайно, типом геометрії таких об'єктів є точки, лінії, полігони чи анотації. Прикладами географічних об'єктів можуть служити ріки, адміністративні округи, адміністративні регіони для проведення перепису населення і т. п. Класи географічних об'єктів можуть бути незалежними чи бути зв'язаними з іншими класами географічних об'єктів. Якщо класи взаємно зв'язані, то разом вони організуються в набір класів географічних об'єктів.

Атрибути географічних об'єктів. Властивості об'єктів зберігаються як дані в полях таблиці для класу географічних об'єктів. Атрибути визначають стандартні і спеціальні властивості географічних об'єктів і можуть бути чисельними, текстовими і т. п.

Просторова прив'язка. Система наземних координат, у якій представлений набір даних. Вона служить для опису реального положення набору даних на землі. Просторова прив'язка включає такі характеристики, як тип картографічної

проекції, тип датума, припустимий діапазон значень координат (наприклад, для координат x , y чи x , y , z) і т. п.

Підтипи. Клас географічних об'єктів може містити об'єкти, що мають однакову "поведінку" і однакові властивості, але їхня роль у даній моделі може бути різною. Наприклад, якщо потрібно розрізнити сталеві труби і труби з полівінілхлориду (ПВХ), а також роль кожної з цих труб у даній моделі, то може виявитися доцільним ввести один клас географічних об'єктів "труби", а для того, щоб розрізнити різні види труб, використовувати підтипи..

Набір класів географічних об'єктів(рис.31).Сукупність класів географічних об'єктів з однаковою просторовою прив'язкою. Класи географічних об'єктів можуть бути організовані у виді мереж чи просторових топологій. Якщо ви знайомі з Arcinfo, то набори класів географічних об'єктів аналогічні покриттям, однак, набори класів географічних об'єктів мають менше обмежень і більш функціональні, ніж покриття. Набори класів географічних об'єктів стають особливо корисними, коли у вашій ГІС необхідно моделювати системи просторово зв'язаних векторних об'єктів, таких як виробничі мережі, дороги, шари, що характеризують навколишнє середовище (наприклад, ґрунт, топографія, рослинність), географічні регіони для перепису населення і т. п.

Зв'язки між двома об'єктами. Взаємні відносини дозволяють працювати з географічними об'єктами й об'єктами з відповідного класу об'єктів. Зв'язки організуються в класи зв'язків. Зазначені класи визначають набір взаємин між двома класами географічних об'єктів, класами об'єктів чи класом географічних об'єктів і класом об'єктів. Наприклад, використовуючи взаємні зв'язки, можна створювати анотації для відповідних об'єктів. Ви можете визначити, що буде з анотацією, якщо об'єкт буде переміщений, вилучений чи якщо зміниться його атрибутивне значення..

Геометричні мережі. Обумовлений користувачем набір класів географічних об'єктів, що утворять частину нерозривної мережі, що складається

з крайових елементів, переходів і поворотів. Ви визначаєте набір класів географічних об'єктів, що включаються в геометричну мережу, роль кожного класу (наприклад, крайові елементи чи переходи) і організуєте ці класи географічних об'єктів у набір географічних об'єктів. Наприклад, у мережах водопостачання, засувки і манометри відіграють роль переходів, а самі магістралі і станції обслуговування відіграють роль крайових елементів..

Просторова топологія. Обумовлений користувачем набір класів географічних об'єктів, що використовують загальну геометрію. Просторова топологія дозволяє вам використовувати один загальний набір ліній, щоб представити геометрію ряду класів географічних об'єктів. Наприклад, такі класи об'єктів, як тип ґрунтів, рослинність, модель місцевості і водяні об'єкти, можуть використовувати спільно загальні границі полігонів. Будь-яка зміна, внесена в загальну границю, автоматично оновляє колективно використовувані границі для всіх цих географічних об'єктів. Класи географічних об'єктів, що беруть участь у просторовій топології, організуються в такі ж набори географічних об'єктів

Домени. Визначають припустимі значення для атрибутів у виді діапазону чи набору значень. Домени можна використовувати для перевірки коректності будь-якого атрибута в базі геоданих.

Правила перевірки коректності. Декілька обмежень, що накладаються на значення атрибутів, чи топологію положення векторних об'єктів, щоб забезпечити єдність "поведінки" для географічних об'єктів. Наприклад, правила нерозривності накладають обмеження на місця з'єднань у мережах.

Растрові дані. Базы геоданих можуть містити набори растрових даних, кожен растр представляє зображуваний простір у виді однакових за розмірами елементів чи пікселів. ArcSDE працює з растровими даними. Коли створюється бізнес-таблиця зі стовпцем растрового типу, ArcSDE розглядає цей стовпець як набір растрових даних. Растрові набори даних у базах геоданих можуть займати

дуже великі обсяги і покривати великі географічні області, забезпечуючи при цьому високу розділяючу здатність. Для забезпечення ефективного доступу і збереження таких даних у базі геоданих, растрові дані автоматично ріжуться на окремі фрагменти, і при цьому стискаються. Ви можете використовувати цей метод, щоб створювати дуже великі растрові набори даних у базі геоданих. При завантаженні растрових даних, можна зшивати в мозаїку необхідне число таких фрагментів, щоб забезпечити покриття необхідного екстента. При завантаженні в ArcSDE у мозаїку можна зшивати зображення з однаковою розділяючою здатністю. Оскільки растрові дані можуть покривати дуже великі площі, то вам часто буде необхідно використовувати вирізані фрагменти з загального шару растрових даних. Коли ви працюєте з великою растровою базою даних, то можете визначати видимий екстент растрового зображення, щоб мінімізувати час на чекання даних із сервера. Для прискорення відображення передача даних обмежується автоматично поточним екстентом карти.

Для роботи з дуже великими растрами часто має сенс не укладати ці растри в базу даних, а користатися каталогом знімків - таблицею з посиланнями на растрові файли. Таблиця може лежати в базі даних, а знімки - на файловому сервері. Для прискорення відображення і з метою економії місця їх можна зжати в MrSID.

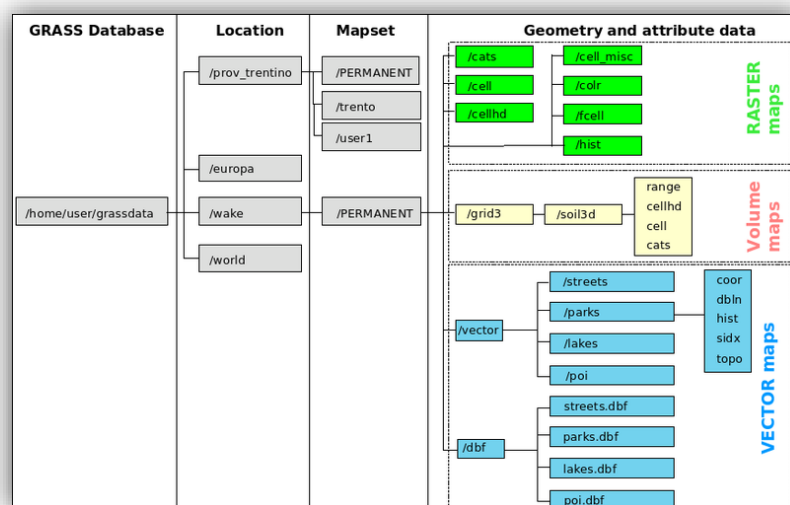


Рис.28. Схема зберігання растрової інформації

Технологічна схема опрацювання космознімків для виявлення теплових аномалій

Різне відображення у червоному і інфрачервоному (ІЧ) каналах дозволяє контролювати щільність та інтенсивність росту зеленої рослинності з використанням спектрального відбиття сонячної радіації. Зелене листя зазвичай показують найкраще відображення в близькому діапазоні інфрачервоних довжин хвиль, ніж в діапазонах видимих довжин хвиль. Якщо листя пригнічені водою, в'яне або мертві, вони стають жовтими і відображають значно менше в ближньому інфрачервоному діапазоні. Хмари, вода і сніг дають найкраще відображення у видимому діапазоні, ніж у ближньому інфрачервоному діапазоні, в той час як різниця практично дорівнює нулю для скель і голою ґрунту. Обробка NDVI створює одноканальний набір даних, який в основному представляє зелень. Негативні значення представляють хмари, воду і сніг, а значення, близькі до нуля, представляють скелі і голий ґрунт.

Документоване рівняння NDVI, яке використовується за замовчуванням

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

NIR значення пікселів з інфрачервоного каналу

RED - значення пікселів з червоного каналу

Цей індекс видає значення від -1,0 до 1,0, в основному представляють зелень, де всі негативні значення в основному утворюються від хмар, води і снігу, а значення, близькі до нуля, що утворюються в основному від скель і голою ґрунту. Дуже маленькі значення (0,1 і менше) функції NDVI відповідають порожнім областям скель, піску або снігу. Помірні значення (від 0,2 до 0,3) представляють чагарники і луки, в той час як великі значення (від 0,6 до 0,8) вказують на помірні і тропічні ліси.

Розрахунок індексу NDVI в програмному забезпеченні 3.

1. Індекс NDVI має розмах від 1 (інтенсивна, густа рослинність) до -1 (пригноблені з точки зору наявності хлорофілу поверхні - асфальт, бетон тощо)

2. . Для знімків Landsat 8 це відповідно канали 4 і 3(рис.32). Тепер після невеликого теоретичного вступу можна переходити до практичної частини.

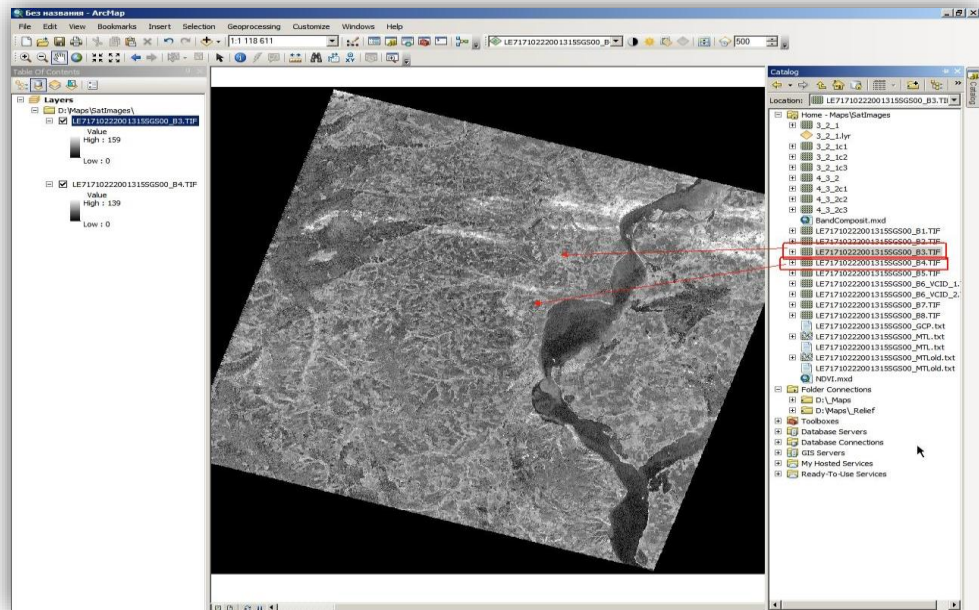


Рис.29. Вибір знімків

Як показано на картинці вище, просто беремо і витягуємо мишкою панелі Catalog у вікно подання карти знімки з суфіксами B3(червоний канал) і B4(ближній інфрачервоний 1 канал.) Далі в наборі інструментів Map Algebra шукаємо утиліту Raster Calculator:

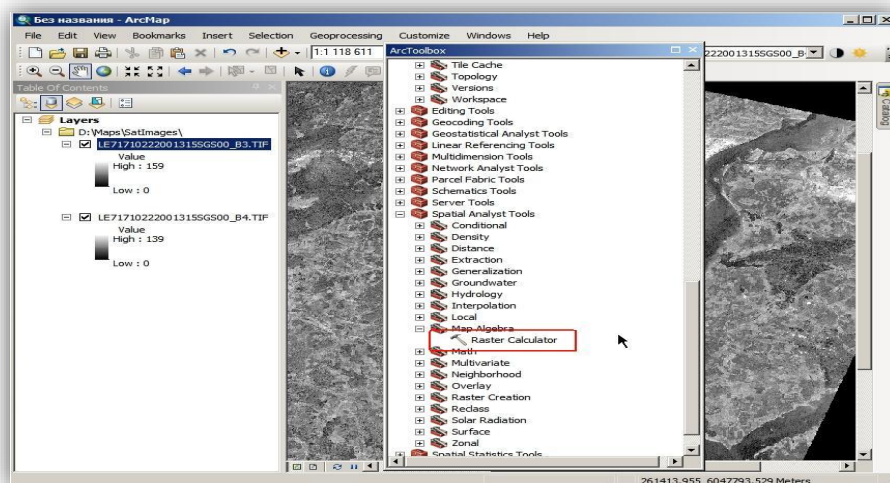


Рис.30. Вхід в набір інструментів

У полі для складання формули обчислень пишемо вираження згідно з наведеною на початку статті формулою для підрахунку індексу NDVI :

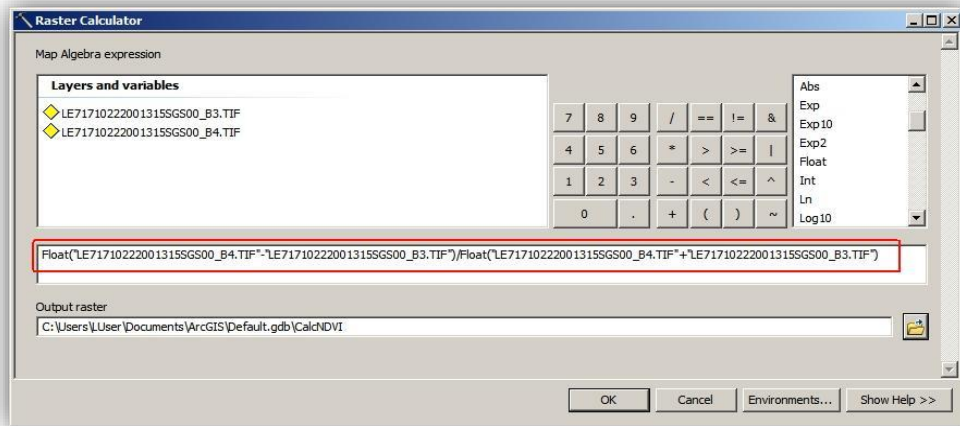


Рис.31. Набір формули

Спочатку синтезований(рис.32) таким чином растр зі значенням розподілу індексу NDVI виглядає зовсім не виразно:

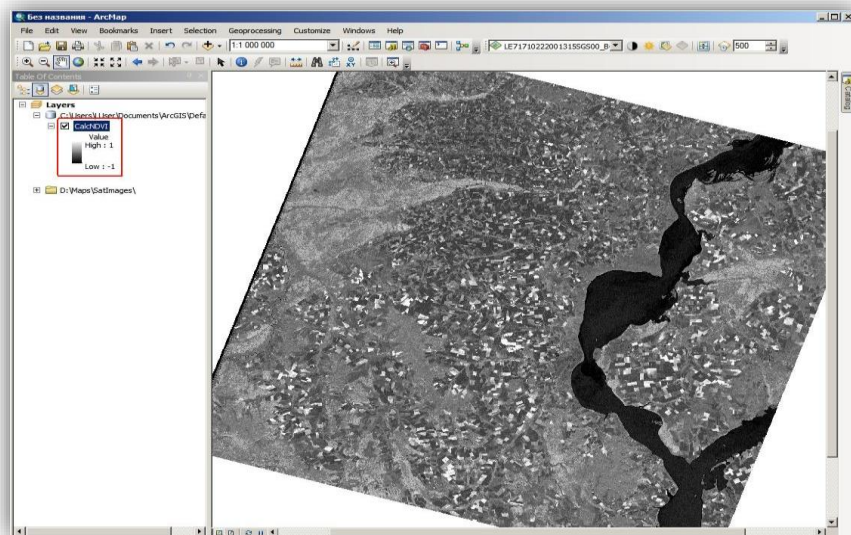


Рис.32. Синтезований знімок

Щоб зробити картинку більш наочною, має сенс замінити ч/б панелі наприклад на червоно - зелену. Карта стала явно симпатичніше - зелений колір відповідає більш високому значенню NDVI.

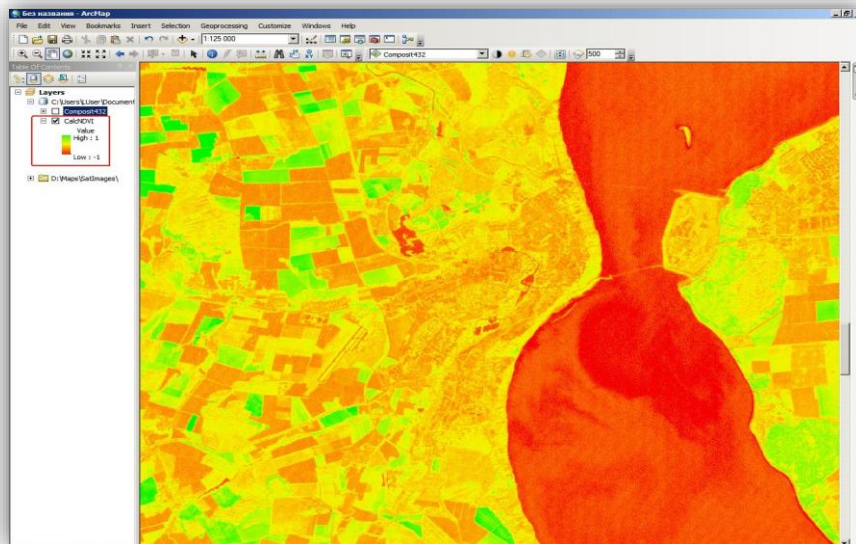


Рис.33.Отриманий знімок

І в результаті всіх проведених маніпуляцій з знімком ми отримуємо теплову аномалію даної території(рис.33).

3.3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА КРЕМЕНЧУК

Кременчук — місто обласного підпорядкування в Полтавській області України, адміністративний центр Кременчуцького району. Населення міста — 225 тис. осіб. За цим показником займає 29 місце в Україні.

На сьогодні у місті функціонує 86 потужних промислових підприємств, 58 будівельних організацій різних форм власності та близько 14 тисяч суб'єктів підприємницької діяльності. За рейтингом регіонів, міст та районів України, який проводить недержавний аналітичний центр «Інститут Реформ» (м.Київ), Кременчук займає 8-ме місце із 494 територій України. Крім того, за економічними показниками він займає 15-те місце серед 45 великих міст країни. Загальна сума від зборів та податків, зібраних у Кременчуці та районі за перші 11 місяців 2011 року — 9,2 мільярда гривень.

Кременчуцький НПЗ має важливе стратегічне значення для України як одне з джерел створення стратегічного запасу нафтопродуктів і забезпечує понад 30% всього українського ринку. На сьогоднішній день завод переробляє 7 тисяч тон нафти за добу, що у декілька разів нижче за його проектну потужність.

Підприємство займає вигідне географічне положення. Перебуваючи в центрі України і використовуючи розвинену мережу залізничного та автомобільного транспорту, компанія забезпечує швидку доставку нафтопродуктів споживачеві. Досить близьке розташування морських портів Одеси, Феодосіїта Севастополя значно розширює експортні можливості підприємства .

Кременчуцька ТЕЦ — найпотужніша електростанція Полтавської області. Станція постачає теплоносій близько тисячі юридичним особам і більше 56 тисячам побутових споживачів Кременчука, а електричною енергією задовольняє потреби області на чверть.

Основним паливом ТЕЦ є природний газ, резервним — мазут. Газ постачається від магістрального газопроводу Диканька — Кременчук — Кривий Ріг. Максимальне споживання газу — до 100 000 м³ на добу. Мазут поступає від нафтопереробного заводу по трубопроводу до 3-х резервуарів по 2000 м³ кожен.

Кременчук є найбільшим серед населених пунктів Полтавської області (97% усіх промислових та побутових відходів області приходяться на Кременчук). Щільність викиду забрудників території міста у 2006 році становить — майже 320 т/км²[13].

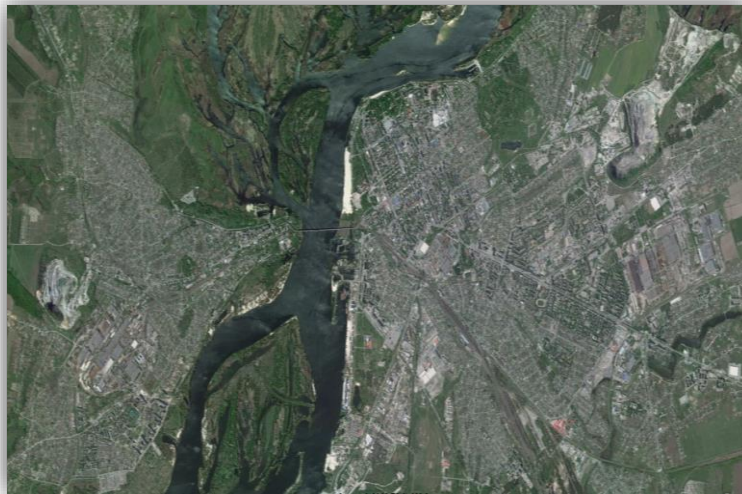


Рис.34. Супутниковий знімок міста Кременчук

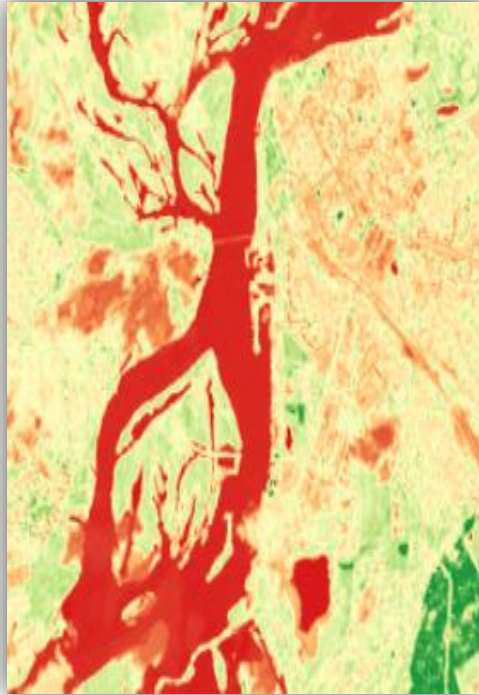


Рис.35. Теплова аномалія міста Кременчук

Теплові аномалії в місті Кременчук присутні в великій кількості, найбільше теплових викидів можемо спостерігати на півдні міста. У центральній частині міста слабо виражені великі викиди тепла, але все ж таки присутні навколо великих підприємств. Одним з плюсів міста що нівелює теплові аномалії є річка Дніпро та близьке розташування міста поблизу Кременчуцького водосховища, також у місто має чимало зелених насаджень у самому центрі. У житлових районах аномалія виражена слабо.

3.4 ПОРІВНЯННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ УКРАЇНИ В ПОРІВНЯННІ З АНАЛОГОМ

Місто Токай, розміщене в Японії та має АЕС з однойменною назвою «Токай». АЕС Токай «Токаі» – перша атомна електростанція Японії, розташована на острові Хонсю в префектурі Ібаракі, поблизу містечка Тойкамура в 120 кілометрах від столиці країни Токіо. Першу електроенергію АЕС Токай дала в 1966 році. Всього на станції було побудовано два реактора: перший — потужністю 166 МВт – працював до 1998 року, другий — потужністю 1100 МВт, типу BWR – був зупинений після аварії на АЕС Фукусіма-1. Перший реактор АЕС Токай став не тільки першим комерційним реактором Японії, але і першим закритим в країні. Остаточний демонтаж реактора пройшов в 2011 році.

22 травня 2014 року керівники АЕС Токай подали заявку на перезапуск другого реактора – це була 18 заявка серед усіх поданих. До цього заявки подавали АЕС Такахама, Ома, Оі, Цуруга, Іката та інші. Реактори АЕС Сендай вже були запуснені в серпні 2015 року.

При цьому другий реактор АЕС Токай став найстарішим з усіх, які подали заявку на перезапуск. З 2011 по 2014 роки біля станції була зведена стіна висотою у 18 метрів для захисту від цунамі, оновлена система вентиляції, а також були покриті 18,5 тисяч метрів кабелів вогнестійким покриттям.

З вересня 2013 року по серпень 2015 всі реактори японської АЕС залишалися заглушеними. Крім того, були зупинені всі дослідні реактори і заводи з переробки палива. 11 серпня 2015 року в Японії вперше з 2013 року був запуснений атомний реактор — енергоблок АЕС 1 Сендай. 15 жовтня запрацював другий реактор АЕС Сендай. 29 січня 2016 року компанія Kansai Electric Power запустила третій реактор АЕС Такахама після того, як суд ухвалив рішення на користь компанії. Невдало закінчилася спроба підключити до мережі 29 лютого реактор Такахама-4, і він був знову зупинений. 9 березня окружний суд Оцу видав розпорядження про зупинку реакторів Такахама. Після чого Такахама-3

був знову зупинений. 25 березня 2016 компанія Shikoku Electric Power оголосила про рішення вивести з експлуатації перший реактор АЕС Іката. Компанія пояснила рішення економічними міркуваннями, за яким модернізація енергоблоку не окупиється за експлуатаційний термін[14].

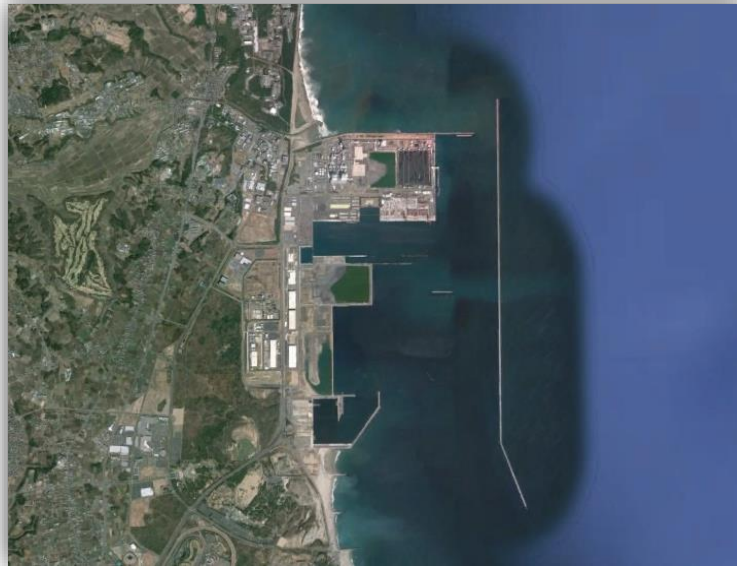


Рис.36. Космічний знімок міста Токай

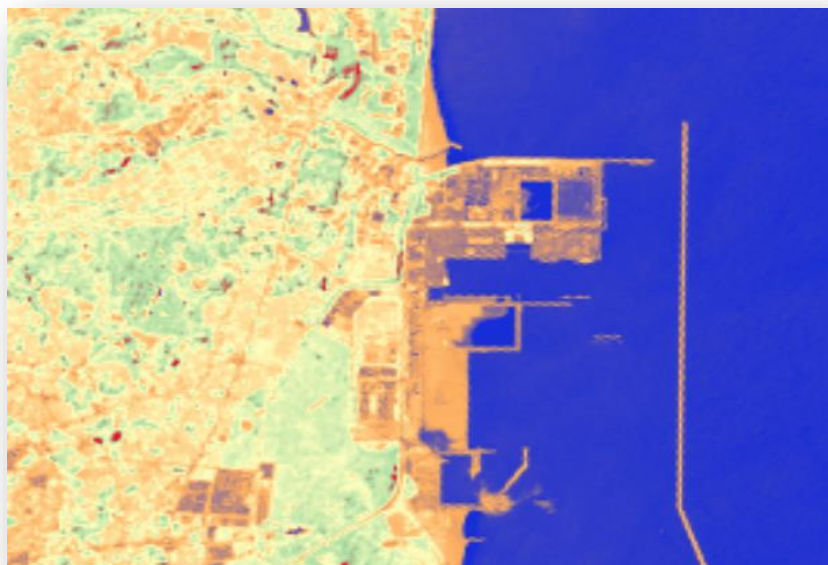


Рис.37. Теплова аномалія міста Токай

Як бачимо теплових аномалій(рис.44) взагалі не спостерігається, тільки маленькі осередки в самому місті, житлові квартали не мають жодних наслідків роботи АЕС. Станція охолоджується океаном та самою системою

охолодження, як видно на спектральному знімку, що станція має меншу температуру ніж підстилаюча поверхня.

Порівняння даної території з територією українських міст ясно показує, що закордонний аналог, є набагато безпечніший та екологічніший і показує нам що шанс виникнення теплових аномалій мінімальний.

3.5 РІВЕНЬ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДЛЯ МІСТ УКРАЇНИ

Емісія парникових газів знову стає активно обговорюваною темою. Причин щонайменше дві. Перша швидше психологічна. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, минулий рік виявився рекордним за обсягом викидів CO₂, пов'язаних зі спалюванням палива. Після обумовленого рецесією деякого зниження в 2009 році, в 2010 році емісія склала 30,6 гігатонн, відразу майже на 5% перевищивши показники 2008 року. Друга причина більш конкретна. До закінчення терміну дії Кіотського протоколу залишається менше півтора років, а повного розуміння, що робити далі, до цих пір не існує (рис.45).

Серед антропогенних джерел емісії парникових газів основне місце займають об'єкти енергетики, які в даний час приблизно на 88% функціонують на базі використання викопних видів палива — вугілля, нафти і газу. Саме вуглецевий сектор енергетики є головним джерелом антропогенних емісій, насамперед, діоксиду вуглецю і метану. Вчені Міжурядової групи з кліматичних змін прийшли до висновку про те, що стабілізація вмісту в атмосфері діоксиду вуглецю на сучасному рівні вимагає скорочення її емісії майже на 60%. З метою скорочення емісії парникових газів на третій сесії конференції сторін UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change — об'єднаної національної конвенції зі зміни клімату) в грудні 1997 р. в Кіото (Японія) був прийнятий Кіотський протокол. У ньому сформульована стратегія для різних країн по обмеженню антропогенного емісії основних парникових газів. Виконання положень Кіотського протоколу повинно привести до стабілізації концентрації парникових газів в атмосфері на рівні безпечному для клімату Землі. Цей рівень з одного боку повинен бути достатнім для забезпечення можливості природної адаптації екосистем до кліматичних змін, а з іншого — повинен гарантувати, що його досягнення не буде загрожувати виробництва продуктів харчування. При цьому повинна зберігатися можливість продовження економічного розвитку екостійким чином.



Рис.38. Схема взаємодії та зворотних зв'язків зміни

Це пов'язано з тим, що в посткризовий період підприємства нарощують виробництво в основному за рахунок більш активної експлуатації застарілих технологій, відзначають експерти і прогнозують зростання викидів ще приблизно на 5-7%. Державна служба статистики повідомляє, що емісія вуглекислого газу (CO₂) збільшився на 9,6% порівняно з минулим роком, до 53,02 млн т. Крім цього, зріс обсяг емісії забруднюючих речовин (сполуки азоту, сірки, метану) в атмосферу від стаціонарних джерел – на 5,5%, до 1,14 млн т. Лівову частку сукупних викидів парникових газів сформували енергетичний сектор, підприємства металургії та хімічної промисловості(рис.46). Ці статистичні дані свідчать про прискорення зростання викидів парникових газів.

Адже за весь 2010 рік сукупні викиди вуглекислого газу зросли на 7% і склали 198,2 млн т.

Збільшення емісії відбувалося на тлі зниження темпів зростання виробництва у енергетичному секторі та промисловості. У минулому році підприємства цих сегментів наростили виробництво на 9,5% і 11,2% відповідно. Згідно з нормами Кіотського протоколу, Україні дозволено щорічно викидати 920 млн т еквівалента діоксиду вуглецю (рівень 1990 року), надлишки можна продавати. Україна продала 47 млн одиниць встановленої кількості (ОВК=1 CO₂).

Експерти пояснюють зростання викидів активною експлуатацією застарілих технологій виробництва. "Зростання викидів на тлі зниження темпів розвитку ключових галузей економіки пов'язаний з тим, що в кризовий період підприємства не мають можливості вкладати кошти в енергозберігаючі проекти, тому активніше експлуатують застарілі технології. Поки впроваджувати енергоефективні технології можуть тільки великі приватні компанії в сферах енергетики і металургії, тому реалізація їх проектів по скороченню викидів мізерно мала і особливо не впливає на сукупний обсяг викидів країни. Незважаючи на те, що Україна має велику квоту викидів, їй потрібно поспішати переходити на альтернативну енергетику. "Другого періоду зобов'язань за Кіотським протоколом може не бути, і, відповідно, базовий рік теж зміниться. Україні доведеться шукати кошти для різкого скорочення емісії, щоб відповідати умовам світового кліматичного угоди.

Як повідомляв MIGnews.com.ua дослідження, проведене рядом гуманітарних і наукових співтовариств, в тому числі і з так званих кліматично уразливих країн, дає оцінку того, як 184 країни будуть залежати в чотирьох ключових сферах, таких як охорона здоров'я, природні катастрофи, втрата жилої середовища за рахунок осушення і підйому рівня вод, а також економічні потрясіння. Згідно з представленими даними, під найбільшим ударом опиняться 54 найбідніших країн світу, включаючи Індію з її більш ніж мільярдним населенням. Ці країни найбільше постраждають від зростання

обсягів парникових газів. За іронією долі, вони як раз найменше винні у зростанні викидів CO₂. У прес-повідомленні ООН наголошується, що без "коригувальних дій" світ рухається до того, що до 2030 року в результаті зниження доступності їжі, води, різних природних ресурсів та зниження рівня економічного розвитку на планеті будуть гинути близько 1 млн осіб щорічно[15].



Рис.39. Емісія парникових газів по модулям

3.8 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ВИКИДІВ ТЕПЛА У МІСТАХ

Прогнози, опубліковані останнім часом Інститутом Землі і школою громадського здоров'я Mailman стверджують, що до 2020 року кількість смертей пов'язаних з тепловим ефектом буде вище, ніж ті, які пов'язані з холодом. Він показав середнє збільшення на 20% смерті через спеку, в порівнянні з 12%-ним зниженням для тих, які стосуються холоду. Цей передбачуваний розрив продовжує збільшуватися в 2050 і в 2080 році, так як глобальне потепління викликає більш спекотне літо і м'які зими. Аналогічні результати були отримані в минулому році Агентством з охорони здоров'я (НРА) у Великобританії, з неймовірним зростанням 540% смертності пов'язаної зі спекою до 2080-го року.

Понад 80% з нас живуть в забудованій середовищі. Повільно, але неухильно ми видалили себе з природи, причому настільки, втрачену плакучу вербу, готові прийняти за чужорідний вид. Швидка урбанізація призводить до того, що ми, дивлячись на екрани моніторів, найближчим часом почнемо себе переконувати, що це наша природне середовище. Не можна уявити, що всі залишають міста і відправляються до дерев найближчим часом. Можемо зробити, щоб наші міста стали краще є два основних напрямки:

По-перше, ми повинні зменшити автомобільний трафік у наших містах; вимагаючи від місцевих і національних органів влади, покращення громадського транспорту і збільшення велосипедних маршрутів.

Ми повинні запросити природу назад в наше життя. Рослини зроблять все що необхідно в наших містах, від поглинання забруднення до скорочення ефекту міського теплового острова. Без простору, люди почали шукати рішення, щоб отримати стільки, скільки ми мали б на землі. Хоча ідея вертикальних садів вже існувала, концепція покласти живі зелені стіни на наших будівлях є відносно новий. Включивши переваги рослин в архітектурні рішення, вони можуть бути готові перетворити наші міста зручні компроміси для життя, це означає, що ми зможемо дихати в майбутньому не тягаючи скрізь ємності з киснем.

Перепад температур між міськими районами і оточуючими приміськими або сільськими районами може бути так само як. Майже 40 відсотків того збільшення відбуваються із-за поширеності темних дахів з залишком, що прибувають з темного тротуару і зменшується присутності рослинності.

Тепловому острівній ефекту можна протидіяти трохи за допомогою білих або рефлексивних матеріалів, щоб побудувати будівлі, даху, тротуари та дороги, таким чином збільшуючи повне альbedo міста. Щодо виправлення інших джерел проблеми, замінюючи темну покрівлю вимагає найменшої кількості суми інвестицій для самого безпосереднього повернення. Прохолодний дах, зроблений з рефлексивного матеріалу, такого як вініл, який відображає принаймні 75% променів сонця. Другий варіант полягає в тому, щоб збільшити кількість добре политої рослинності. Ці два варіанти можуть бути об'єднані з впровадженням зелених дахів. Зелені дахи - чудові ізолятори протягом місяців теплої погоди, і заводи охолоджують навколишнє середовище. Якість повітря покращено, оскільки заводи поглинають вуглекислий газ з супутнім виробництвом кисню. Нью-Йорк вирішив, що охолоджувальний потенціал області був найвищим для вуличних дерев, супроводжуваних живими дахами, світло покрита поверхня і установка відкритого простору. В Лос-Анджелесі припустили, що міські температури могли бути зменшені приблизно після посадки десяти мільйонів дерев, перекриття п'яти мільйонів будинків. Білі дахи стали загальною стратегією зменшити тепловий острівний ефект. В містах є багато темних поверхонь, які поглинають тепло сонця, в свою чергу знижує альbedo міста. Білі дахи мають високий сонячний коефіцієнт відбиття, збільшуючи альbedo міста або області.

Зелені дахи(рис.40) - інший метод зменшення міського теплового острівної ефекту. Зелений гооферу - практика наявності рослинності на даху; як наявність дерев або саду. Заводи, які знаходяться на даху, збільшують альbedo, і зменшує міської теплової острівний ефект.



Рис.40. Приклад зеленого даху

Установка дерев навколо міста може бути іншим способом збільшити альbedo і зменшити міської теплової острівний ефект. Древа поглинають вуглекислий газ і забезпечують відтінок. Рекомендується посадити листяні древа, тому що вони можуть надати багато переваг, таких як більше відтінку влітку і не блокування теплоти.[16]

Це план з огляду ресурсів і він був створений Каліфорнійською Радою з Авіаційних ресурсів. Він є метою Каліфорнії боротьби зі зміною клімату, зменшивши викиди парникових газів до 2020 до рівнів з 1990-х. У плану огляду було чотири основні програми, передові чисті автомобілі, торгівля, портфель поновлюваних джерел енергії і паливний стандарт всі пристосовані до збільшення ефективності використання енергії.

Введена чиста автомобільна програма правил, була зроблена для того ,щоб скоротити викиди. Рада з Авіаційних ресурсів схвалила програму, щоб управляти емісією для більш нових моделей з 2017 року - 2025. Їх цілі до 2025 року полягають у тому, щоб мати більш екологічно чисті автомобілі. Нові автомобілі виділять на 34% менше газів, що в свою чергу є причиною глобального потепління і на 75% менше формує зміну емісії.

Низьковуглецевими паливними стандартами управляє Каліфорнійська Рада з Авіаційних ресурсів і намагаються зробити більш широкий вибір чистого

палива каліфорнійцям. Виробники заснованого на нафті палива зобов'язані зменшувати вуглецеву інтенсивність своїх продуктів до 10% у 2020 році.

Міські теплові острови збільшують попит на споживання енергії протягом літа, коли температури підвищуються. В результаті збільшеного споживання енергії є збільшення забруднення повітря та викидів парникових газів. Ця політика зосереджується на зниженні викидів парникових газів, який сприяє зниженню теплового острівного ефекту.

Резюме ЕРА- це резюме зосереджується на безлічі проблем, що мають справу з міськими тепловими островами. Вони описують, як міські теплові острови створені, хто порушено, і як люди можуть мати значення, щоб зменшити температуру. Це також показує приклади політики та добровільних дій регіональними урядами та місцевими органами влади, щоб зменшити ефект міських теплових островів.

В Сакраменто була створена програма яка дозволяє громадянам отримувати дерева від чотирьох до семи метрів заввишки. Вони також дають їм добриво і доставку, все безкоштовно. Заохочення громадян садити свої дерева, щоб принести користь їхньому будинку, зменшуючи витрати на кондиціонування повітря. Приблизно більше ніж 450 000 тінистих дерев були встановлені в Сакраменто. Програма стимулювання Екологічної Даху: В Канаді, гранти розподілені по Торонто, для установки зелених і прохолодних дахів на житлових і комерційних будівлях, це зменшує використання енергії і знизить викиди газу будинку. Дерево оживляє: Ця програма - співпрацює з багатьма підприємствами, яка зосереджується на допомозі з відновлення лісових покривів в місті, також програма допомагає громадянам зрозуміти позитивний ефект дерев на зміну клімату та міського теплового острова. Американська Програма Допомоги Захисту від негоди Міністерства енергетики допомагає громадянам з низьким доходом, зробити їх будинки енергозберігаючими. Крім того, ця програма дозволяє державам також використовувати фонди, щоб встановити охолоджуючі заходи щодо ефективності.

Дерева і сади допомагають психічному здоров'ю великий відсоток людей, які живуть в міських районах, мають доступ до парків і садів в своїх областях, які є, мабуть, єдиними зв'язками, які вони мають з природою. Дослідження показує, що наявність контакту з природою допомагає сприяти нашому здоров'ю і добробуту. Люди, у яких був доступ до садів або парків, були більш здоровими, ніж ті, хто не зробив. Добровільні зелені насадження сприяли пом'якшенню теплового острова протягом багатьох років. Кожен рік в США 15% енергії йдуть до кондиціонування повітря, будівель в цих міських теплових островах. Згідно Розенфельду та ін., «вимога кондиціонування повітря підвищилася на 10% протягом минулих 40 років». У тематичному дослідженні Басейну Лос-Анджелеса моделювання показали, що, навіть коли дерева стратегічно не поміщені в ці міські теплові острова, вони можуть допомогти в мінімізації енергетичного скорочення і забруднювачів. Вважається, що з цим впровадженням широкого масштабу, місто Лос-Анджелес може щорічно економити \$100 мільйонів з більшістю заощаджень, які прибувають з прохолодних дахів, більш світлого тротуару і посадки дерев. В місті є додаткові переваги від понижуючого рівня смогу, які б призвели принаймні до одного мільярду доларів економії на рік. Економічна ефективність зелених дахів досить висока з кількох причин. Основним способом зниження теплового забруднення є поступова відмова від викопного палива і перехід на відновлювану енергію, що використовує сонячні джерела енергії: світло, вітер і гідроресурси. Допоміжної мірою може бути перехід від економіки суспільства споживання до ресурсної економіці.

Розділ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ РОЗРОБКИ
ПРОЕКТУ

					ДИПЛОМНА РОБОТА			
			Підпис	Дата				
Виконав	Лисенко І.П				Геоінформаційний моніторинг островів тепла великих міст за супутниковими знімками	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							1	32
Керівник	Патракеєв І.М					КНУБА, група ГІСТ-51		
Зав. каф.	Карпінський Ю.О							

Розділ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ

4.1 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ

В даній роботі проводяться техніко-економічні розрахунки, які є основою планування та успішного розвитку підприємства у майбутньому.

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) – це обов'язкова складова частина будь-якого проекту, що потребує певних фінансових витрат. Основна мета розробки ТЕО – дати фінансову оцінку передбачуваних витрат та одержуваного корисного результату, а також оцінити прибутковість проекту і, в кінцевому підсумку, економічну доцільність його розробки та впровадження.

В даній роботі розглядається використання ГІС-Технологій для виявлення теплових аномалій на території міст з використанням. Також одним із головних завдань є розробка та реалізація алгоритму виявлення теплових аномалій. Тож в економічній частині дипломного проекту проводиться техніко-економічне обґрунтування рішень по розробці та впровадженню нової технології.

Нова технологія, що розробляються і впроваджується у виробництво, повинна приносити певний корисний результат – ефект. При впровадженні проекту підприємство несе разові витрати, пов'язані з покупкою програмного та апаратного забезпечення, а також постійні витрати на придбанням космічних знімків високої роздільної здатності, налагодженням необхідного обладнання, засобів програмного забезпечення і таке інше.

Витрати - це грошове вираження витрат виробничих факторів, необхідних для здійснення підприємством своєї виробничої діяльності.

За цільовим спрямуванням витрати підприємства можна умовно поділити на:

- основні витрати;
- витрати на обслуговування;
- витрати на управління.

Основні витрати - це витрати, безпосередньо пов'язані з технологічним процесом випуску продукції.

Витрати на обслуговування - це витрати на утримання допоміжних підрозділів (включаючи витрати на збут) і підрозділів соціального характеру.

Витрати на управління - включають витрати на утримання й обслуговування апарату управління виробничими та невиробничими підрозділами, а також витрати на утримання й обслуговування апарату управління підприємства (адміністративні витрати).

У моделі витрат враховуються всі витрати, які очікуються в процесі впровадження ГІС.

У цьому випадку всі витрати розбиваються по категоріях:

- витрати на придбання апаратного та програмного забезпечення;
- витрати на підбір і навчання персоналу, а також перепідготовку існуючого персоналу;
- витрати пов'язані з покупкою, редагуванням, конвертацією, відновленням і введенням даних.

4.1.1 ВИТРАТИ НА АПАРАТНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Апаратне забезпечення — комплекс технічних засобів, який включає ЕОМ: зовнішні пристрої, термінали, абонентські пункти тощо, які необхідні для функціонування тієї чи іншої системи; фізична частина ЕОМ.

До апаратного забезпечення обчислювальних систем відносять пристрої та прибори, які утворюють апаратну конфігурацію. Мінімальну конфігурацію сучасного персонального комп'ютера (ПК) складає:

- системний блок;
- монітор (дисплей);
- клавіатура;
- маніпулятор «миша».

До системного блока ПК можуть бути приєднані нестандартні (периферійні) пристрої введення-виведення інформації: принтер, сканер, модем.

Таблиця 5.

Перелік апаратних засобів

Найменування продукції	Кількість,шт.	Вартість 1 од.,грн ..	Загальна вартість, грн.
Системний блок	2	5800	11600
Монітор	2	1300	2600
Клавіатура	2	160	320
Маніпулятор «миша»	2	50	100
Модем	1	240	240
Всього:			14860

Також необхідна потужна внутрішня мережа і високошвидкісний Інтернет для спрощення процесів колективного користування файлами, отримання даних.

Вартість проведення внутрішньої мережі і підключення до мережі Інтернет становить 300 грн., а щомісячна оплата 60 грн. Так як плановані терміни виконання проекту 6 місяців, то загальна сума витрат складе:

$$300 + (60 \cdot 6) = 660 \text{ грн.}$$

Враховуються також витрати на оплату електроенергії. Розрахунковий період для оплати спожитої електроенергії становить 6 місяців. Відповідно до тарифів на електроенергію для непромислових організацій, оплата 1 кВт /год складає 75коп. (0,75 грн.). Час роботи одного комп'ютера в день складає 8 годин, а потужність - 600 Вт (0,6 кВт). Згідно з табл. загальна кількість комп'ютерів - 2 одиниці.

За один день оплата за електроенергію складає:

$$0,75 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 2 = 7,20 \text{ грн.}$$

Так як час роботи становить 5 днів на тиждень по 8 годин, то в одному місяці налічується 21 робочий день. Термін виконання проекту - 6 місяців, тобто 126 днів.

Отже, загальні витрати на оплату електроенергії за розрахунковий період:
 $7,2 \cdot 126 = 907,20 \text{ грн.}$

Програмне забезпечення - це комп'ютерні програми, які забезпечують функції, необхідні для виконання аналізу та створення бажаного інформаційного продукту; ліцензії на програмне забезпечення.

Покупка супутникових знімків високої роздільної здатності

Таблиця 6.

Ціна знімків

Вид продукції	Можливі варіанти замовлення	Ціна в \$ за км ²
Знімки на замовлення	Панхроматичне зображення з роздільною здатністю 1м	18,00
	Мультиспектральне зображення з роздільною здатністю 4м	18,00
	Кольорове зображення з роздільною здатністю 1 м., отримане в результаті поєднання мультиспектрального (4 м.) і панхроматичного (1 м.) зображень	19,50
	Панхроматичне + мультиспектральне зображення	25,20

Знімки архіву	з	Панхроматичне зображення з роздільною здатністю 1 м.	7,00
		Мультиспектральне зображення з роздільною здатністю 4 м	7,00
		Кольорове зображення з роздільною здатністю 1 м., отримане в результаті поєднання мультиспектрального (4 м.) і панхроматичного (1 м.) зображення	7,70
		Панхроматичне + мультиспектральне зображення	9,80

Покупка знімка для міста Києва буде коштувати 319 тисяч гривень, тому що Київ має площу 847 км², а ціна одного знімка високої роздільної здатності в середньому коштує 375 грн за км².

Створення даного проекту вимагає закупівлю настільного продукту компанії ESRI сімейства ArcGIS.

Таблиця 7.

Ліцензійні продукти

Назва ліцензійного продукту	Вартість робочого місця, грн.	Кількість робочих місць, шт.	Загальна вартість, грн.
Windows XP Service Pack 3	1000	2	2000
ArcGIS	158000	1	158000
Microsoft Office	1500	2	3000
Всього:			1630000

4.1.2 ВИТРАТИ НА ПІДБІР ГІС- ПЕРСОНАЛУ

ГІС - персонал включає в себе всіх, хто безпосередньо пов'язаний з проектуванням, експлуатацією та адмініструванням ГІС. У таблиці перерахований необхідний ГІС-персонал, кількість персоналу кожної з посад та їх середній місячний оклад.

Для виконання проекту необхідні такі спеціалісти:

1. Інженер ГІС-технологій відповідає за розробку та створення інформаційних продуктів, даних та сервісів ГІС. Обов'язки включають: побудова та експлуатаційна підтримка баз даних з використанням програмного забезпечення корпоративної ГІС; збір та переформатування даних; допомога в розробці та моніторингу програм та процедур для користувачів; виконання просторового аналізу в рамках спеціальних проектів; виконання оцінки якості та контролю якості системи. Спеціаліст на цій посаді повинен мати досвід використання різних методів просторового аналізу, знання існуючих в організації серверів просторових даних.
2. ГІС-програміст виконує розробку, написання кодів та підтримку власного програмного забезпечення ГІС.

Таблиця 8.

Перелік ГІС- персоналу

Посада	Кількість персоналу, чол.	Оклад, грн./міс.	Загальна сума ЗП, грн./міс.
Інженер ГІС-технологій	1	5100	5100
ГІС - програміст	1	5100	5100
Всього:			10200

Час роботи становить 5 днів на тиждень по 8 годин. Отже за 6 місяців:
 $10200 \cdot 6 = 61200$ грн.

4.2 РОЗРАХУНОК АМОРТИЗАЦІЙНИХ ВІДРАХУВАНЬ

Під терміном «амортизація» основних фондів і нематеріальних активів розуміють поступове віднесення витрат на їх придбання, виготовлення або поліпшення, на зменшення скорегованого прибутку платника податку у межах норм амортизаційних відрахувань, встановлених статтею 8 Закону України. Це грошове відшкодування зносу основних фондів шляхом включення їх вартості у витрати на виробництво продукції.

Сума амортизаційних відрахувань звітного періоду визначається як сума амортизаційних відрахувань, нарахованих для кожного із календарних кварталів, що входять в такий звітний період (далі - розрахункові квартали).

Сума амортизаційних відрахувань кварталу, за яким проводяться розрахунки (розрахунковий квартал), визначається шляхом застосування норм амортизації, визначених пунктом 8.6 статті 8 Закону України [31], до балансової вартості груп основних фондів на початок кожного розрахункового кварталу.

Віднесення річної суми амортизації до вартості основних фондів, виражене у відсотках, називають нормою амортизації. Вона показує яку долю первісної або балансової вартості переносять щорічно основні фонди на вартість створюваної продукції.

Норми амортизації встановлюються у відсотках до балансової вартості кожної з груп основних фондів на початок звітного (податкового) періоду в наступному розмірі (в розрахунку на податковий квартал):

- група 1 складає 2%;
- група 2 складає 10%;
- група 3 складає 6%;
- група 4 складає 15%.

Так як термін виконання проекту 6 місяців і витрати на придбання апаратного забезпечення 14860 грн., то, згідно з вище перерахованим нормам та правилам, витрати на амортизаційні відрахування апаратного забезпечення складуть 15% від загальної вартості за перший квартал:

$$14860 \cdot 0,15 = 2229 \text{ грн.},$$

$$14860 - 2229 = 12631 \text{ грн.}$$

Отже, загальна вартість на техніку на початок другого кварталу складає 12631 грн., а витрати на амортизаційні відрахування:

$$12631 \cdot 0,15 = 1894,65 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат на амортизаційні відрахування апаратного забезпечення складає:

$$2229 + 1894,65 = 4123,65 \text{ грн.}$$

Згідно з пунктом 4.1.1 витрати на придбання програмного забезпечення складає 163000 грн.

Отже, витрати на амортизаційні відрахування програмного забезпечення складуть 15% від загальної вартості за перший квартал:

$$163000 \cdot 0,15 = 24450 \text{ грн.,}$$

$$163000 - 24450 = 138550 \text{ грн.}$$

За другий квартал:

$$138550 \cdot 0,15 = 20782,5 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат на амортизаційні відрахування програмного забезпечення складає:

$$24450 + 20782,5 = 45232,5 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат на амортизаційні відрахування апаратного та програмного забезпечення складає:

$$4123,65 + 45232,5 = 49356,15 \text{ грн.}$$

4.3 НАРАХУВАННЯ НА ФОНД ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ

Податки — це встановлені вищим органом законодавчої влади обов'язкові платежі, які сплачують фізичні та юридичні особи до бюджету у розмірах і у терміни, передбаченні законодавством.

Суб'єкт оподаткування — юридична або фізична особа, яка зобов'язана згідно з чинним законодавством сплачувати відповідні податки або платежі.

Об'єкт оподаткування — обігові кошти з продажу продукції, товарів, робіт і надання послуг.

До складу витрат платника податку відносяться витрати на оплату праці фізичних осіб (працівників), які перебувають у трудових відносинах з таким платником податку.

Окрім вимоги щодо своєчасної виплати працівникам заробітної плати, не нижчої від визначеної законом, у законодавстві України міститься загальне правило, згідно з яким забороняється будь-яким способом обмежувати працівника вільно розпоряджатися своєю заробітною платою. Проте з цього правила існують і певні винятки - наприклад, із заробітної плати можуть проводитися відрахування.

Відрахування (утримання, стягнення) - це та частина нарахованої працівникові відповідно до штатного розкладу та встановлених норм заробітної плати, яка йому не видається, а утримується роботодавцем, який потім розпоряджається цими грошовими коштами відповідно до законодавства (зазвичай, перераховує їх відповідним особам, з метою отримання якими цих сум і здійснюється відрахування, або ж використовує їх для покриття заборгованості працівника перед власним підприємством).

Існує три види відрахувань:

- відрахування, що здійснюються для держави (податки з доходів фізичних осіб, збори на обов'язкове державне пенсійне страхування та обов'язкове страхування на випадок безробіття);

- утримання, що проводяться з метою забезпечення виконання зобов'язань перед третіми особами (наприклад, аліменти та інші виплати за виконавчими документами);
- відрахування із заробітної плати працівників для покриття заборгованості підприємству, де вони працюють. Вичерпний перелік підстав для виплати останнього виду відрахувань міститься у ч. 2 ст. 127 КЗпП.

До складу нарахувань на фонд оплати праці платника податку відносяться суми збору на:

- відрахування в пенсійний фонд - 33,2%;
- відрахування до фонду зайнятості - 1,3%;
- відрахування на соціальне страхування - 1,5%;
- відрахування на соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві в розмірах і порядку, встановлених законом - 1%.

Отже, так як термін виконання проекту 6 місяців і щомісячна сума виплати заробітної плати працівникам 7500 грн., то щомісячні нарахування на фонд заробітної плати складуть:

$$10200 \cdot 0,37 = 3774 \text{ грн.},$$

$$10200 - 3774 = 6426 \text{ грн.}$$

Відповідно за 6 місяців:

$$6 \cdot 6426 = 38556 \text{ грн.}$$

Висновки

Розглянуто явище міських «островів тепла» за матеріалами дистанційного зондування Землі. Аналіз знімків у тепловому інфрачервоному спектрі є актуальним для вивчення навколишнього середовища в містах, особливо в районах з малою кількістю наземних метеостанцій. Матеріали дистанційного зондування різко зменшують вартість досліджень та одночасно дозволяють збільшити територію дослідження.

Урбанізація суттєво вплинула на підвищення середніх температур . Високі значення температур поверхні характерні для забудованих районів, заводів, а також пусти-рів та посівів. Територія міста із щільною рослинністю та високим NDVI мають нижчі температури, ніж райони з строкатим рослинним покривом; забудовані та густонаселені райони мають дуже високі температури та формують «ост-рови тепла». Показано, що інтенсивність міських островів історично була високою , де існує висока щільність забудови. Найменше «островів тепла» у районах з водними об'єктами, лісами, парками та дачними ділянками.

Дані супутників Landsat забезпечують достатньо високий рівень деталізації просторових об'єктів для моніторингу та аналізу в рамках да-ного дослідження. Проте найбільшим недоліком було виявлено обмеження в періодичності отримання знімків для довгострокового аналізу трен-дів. Проте додавання до аналізу теплових інфрачервоних каналів супутників з меншим часом орбіти (наприклад, MODIS) може збільшити кількість безхмарних знімків та заповнити часові проміжки у подальших дослідженнях, таким чином поліпшуючи оцінку міських «островів тепла».

Що стосується Кременчука , теплові аномалії в місті присутні в великій кількості, найбільше теплових викидів можемо спостерігати на півдні міста. У центральній частині міста слабо виражені великі викиди тепла, але все ж таки присутні навколо великих підприємств. Одним з плюсів міста що нівелює теплові аномалії є річка Дніпро та близьке розташування міста

поблизу Кременчуцького водосховища, також у місто має чимало зелених насаджень у самому центрі. У житлових районах аномалія виражена слабо.

Список використаних джерел

1. Бакланов А.И., Системы наблюдения и мониторинга : учебное пособие / А.И.Бакланов. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 234 с. : ил.
2. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования земли, О.С. Токарева, 2010 г.
3. [Электронный ресурс] – Режим доступу: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/msi-instrument>
4. [Электронный ресурс] – Режим доступу: <https://landsat.usgs.gov/landsat-7-data-users-handbook-section-2>
5. Кошкарев А.В. Региональные геоинформационные системы / А.В. Кошкарев, В.П. Каракин. — М.: Наука, 1987.
6. Кравцова В.И. Космические методы картографирования / Под редак. Ю.Ф. Книжникова. —М.: Изд-во МГУ, 1995.
7. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв / Учеб. пособие. — М.: Аспект Пресс, 2005.
8. Кронберг Л. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии. —М.: Мир,1988.
9. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование: учебник. —М.: Изд-во Моск.ун-та, 2-е издание, 2010.
10. [Электронный ресурс] – Режим доступу: <http://www.geogr.msu.ru/science/projects/geoportal/data/satellites/landsat.php?print=Y>
11. [Электронный ресурс] – Режим доступу: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/satellite-description>
12. [Электронный ресурс] – Режим доступу: <http://gis-lab.info/qa/rmse.html>
13. [Электронный ресурс] – Режим доступу: <https://landsat.usgs.gov/landsat-7-data-users-handbook-section-2>
14. [Электронный ресурс] – Режим доступу: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/satellite-description>

15. Аналіз методів автоматизованої класифікації цифрових зображень дистанційного зондування землі, Т.М. Квартич
16. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://www.50northspatial.org/ua/supervised-image-classification-using-minimum-distance-algorithm/>
17. IMAGINE Spectral Analysis User's Guide.
18. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://landsat.usgs.gov/landsat-7-data-users-handbook-section-2>
19. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>
20. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/data-formats>
21. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/naming-convention>
22. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/geodatabase-design-steps.htm>
23. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/NET_Server_Doc/manager/geodatabase/geodatabase_dat-609646256/raster_d264747998.htm
24. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/raster-basics.htm>