

**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:

**Моделювання впливу антропогенних поверхонь на виникнення  
островів тепла з використанням геоінформаційних технологій**

Серб Роман Васильович  
(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:

**Моделювання впливу антропогенних поверхонь на виникнення  
островів тепла з використанням геоінформаційних технологій**

Виконав: студент групи ПІСТ-61  
спеціальності 193  
“Геодезія та землеустрій”  
спеціалізації “Геоінформаційні системи і  
технології”  
Серб Роман Васильович  
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**

Серб Роман Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Моделювання впливу антропогенних поверхонь на виникнення островів тепла з використанням геоінформаційних технологій  
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. Теплові аномалії та їх вплив на навколишнє середовище

Р. 2. Виявлення та розпізнавання теплових аномалій

Р. 3. Розроблення структури інформаційного забезпечення геоінформаційних технологій для моделювання теплових островів міст.

Р. 4. Кошторис робіт геоінформаційного моделювання островів тепла.

**5. Графічний матеріал за розділами**

Р. 1. Структура завдання та обмеження проекту; структурна схема місця та ролі теплових аномалій антропогенно змінених територій.

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

Схема системи моніторингу територій муніципальних утворень. Технологічна схема геоінформаційного моделювання антропогенно змінених територій.

Р. 3. Технологічна схема формування структури даних в середовищі бази геопросторових даних.

Р. 4. Структура обробки теплових знімків для виявлення аномалій з застосуванням геоінформаційних технологій.

## 7. Календарний план виконання роботи:

б) практична частина

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту ( роботи )
Розділ 1. Теплові аномалії та їх вплив на навколишнє середовище. Структура завдання та обмеження проекту; структурна схема місця та ролі теплових аномалій антропогенно змінених територій.	30.09.2020
Розділ 2. Виявлення та розпізнавання теплових аномалій теплових аномалій. Схема системи моніторингу територій муніципальних утворень.	15.10.2020
Розділ 3. . Результати геоінформаційного моделювання проблеми теплових островів та зменшення теплового випромінювання на прикладі міст України. Структура обробки теплових знімків для виявлення аномалій з застосуванням геоінформаційних технологій.	15.11.2020
Розділ 4. Кошторис робіт геоінформаційного моделювання островів тепла	25.11.2020
Остаточне оформлення роботи	29.12.2020
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	30.12.2020
Попередній захист роботи на кафедрі	07.12.2020

## 8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

9. Дата видачі завдання 25 червня 2020 р.

Зав. кафедри _____ (підпис)	Карпінський Ю.О. (прізвище та ініціали)
Керівник _____ (підпис)	Патракеєв І.М. (прізвище та ініціали)
Студент _____ (підпис)	Серб Р. В. (прізвище та ініціали)

<b>РЕЗЮМЕ (summary)</b> <i>до атестаційної випускної роботи студента:</i>		<b>Серб Роман Васильович</b>	
<i>ЗВО</i>	Київський національний університет будівництва і архітектури		
<i>Тема</i>	Геоінформаційне забезпечення території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника		
<i>Освітній ступінь</i>	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
<i>Факультет</i>	Геоінформаційних систем та управління територіями		
<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>
	97	4	45
<i>Розділ 1</i>	Теплові аномалії та їх вплив на навколишнє середовище. Структура завдання та обмеження проекту; структурна схема місця та ролі теплових аномалій антропогенно змінених територій		
<i>Розділ 2</i>	Виявлення та розпізнавання теплових аномалій теплових аномалій. Схема системи моніторингу територій муніципальних утворень.		
<i>Розділ 3</i>	Розроблення структури інформаційного забезпечення геоінформаційних технологій для моделювання теплових островів міст. Технологічна схема формування структури даних в середовищі бази геопросторових даних..		

Розділ 4	Кошторис робіт геоінформаційного моделювання островів тепла
Висновки по роботі:	<p>У данній випускній кваліфікаційній роботі було розглянуто поняття міських теплових островів та їх вплив на навколишнє середовище.</p> <p>Острови тепла – це мікрокліматичні явища, викликані підвищенням температури у містах відносно прилеглих територій, внаслідок антропогенної діяльності.</p> <p>Теплові острова призводять до:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виникнення парникових ефектів</li> <li>- ускладнення механізму перенесення забруднення</li> <li>- зміни мікроклімату в містах та мегаполісах</li> <li>- глобального потепління</li> <li>- погіршення стану екології в цілому</li> </ul> <p>В ході роботи були розглянуті міста України – Нікополь, Енергодар та Чернігів, для наглядності негативного впливу теплових островів на міське середовище було взято три міста з різними рівнями завантаженості промисловими підприємствами.</p> <p>За допомогою програм ERDAS та ArcGis були досліджені дані території по космічним знімками Landsat-8. В результаті дішли висновку, що найскладніша екологічна ситуація є в містах Нікополь та Енергодар, так як там більше промислових підприємств. В Чернігові теплова аномалія менш виражена ніж в інших досліджувальних містах, що сприяє кращому екологічному становищу та потенційно є запорукою розвитку зеленого туризму на DESTINATION.</p> <p>Для запобігання викидів тепла у містах необхідно займатися озелененням міст, збільшенням рекреаційних територій на державному та місцевому рівнях, будівництвом заводів з очищення повітря.</p>
<p><b>Ключові слова:</b> теплові острова, теплова аномалія, геоінформаційне забезпечення, космічні знімки, геоінформаційна система, база геопросторових даних, геоінформаційний аналіз та моделювання.</p>	

Укладач: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Керівник: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

/"\_\_" \_\_\_\_\_ 2020

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>8</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕПЛОВІ АНОМАЛІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....</b>	<b>11</b>
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 .....	14
1.3 ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ ЯК НАСЛІДОК ДІЯЛЬНОСТІ МІСЬКОГО СЕРЕДРВИЩА .....	19
1.4 ІННОВАЦІЇ У ДОСЛІДЖЕННІ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ .....	29
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ В МІСТАХ.....</b>	<b>35</b>
2.1 ЗБІР ВИХІДНИХ ДАНИХ. ОПИС ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РЕСУРСІВ. ....	35
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ МІСТ. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ДАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ.....</b>	<b>53</b>
3.1 СТРУКТУРА БАЗИ ГЕОДАНИХ.....	54
3.2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА ЧЕРНІГІВ .....	64
3.3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА ЕНЕРГОДАР. ....	67
3.4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА НІКОПОЛЬ.....	71
3.5. РІВЕНЬ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДЛЯ МІСТ УКРАЇНИ .....	76
3.6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ВИКИДІВ ТЕПЛА У МІСТАХ.....	81
<b>РОЗДІЛ 4. КОШТОРИС РОБІТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОСТРОВІВ ТЕПЛА .....</b>	<b>87</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>95</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>97</b>

## ВСТУП

Острови тепла - це мікрокліматичні явища, викликані підвищенням температури у великих містах і мегаполісах відносно до прилеглих територій. «Острови тепла» формуються за рахунок об'єднання тепло-абсорбційних поверхонь, виділення тепла машинами та відсутністю (нестачею) рослинного покриву. Причиною виникнення «островів тепла» є теплова аномалія, яка в свій час викидає тепло в атмосферу і у водні ресурси викликані техногенною діяльністю людини, що призводить до зміни мікроклімату, ускладненню механізму перенесення забруднення та слугує одним із факторів глобального потепління.

Глобальне потепління, на сьогодні, вважається однією із найважливіших проблем людства, на дослідження якої спрямовані зусилля сотень наукових груп по всьому світу. Разом із цим, його причини, наслідки та конкретні прогнози часто лишаються дискусійними. Втім, проблеми, спровоковані потеплінням, щороку стають все більш очевидними у більшості регіонів планети. У великих містах такі проблеми зазвичай відчуваються швидше. Ефекти глобального потепління в урбоекосистемах накладаються на ефекти локального теплового забруднення, характерного для селітебних територій. В результаті теплове поле міст стає різко відмінним від природних чи навіть сільськогосподарських ландшафтів. Це, своєю чергою, негативно відображається на здоров'ї населення, функціонуванні міської інфраструктури, ресурсоті енергоспоживанні міст тощо. Відповідно все більш актуальними стають дослідження джерел та наслідків теплового забруднення та методів його зменшення в районах міської забудови.

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.

**Метою** дослідження є вирішення проблеми задіяні в наслідок антропогенного впливу на навколишнє середовище та виникнення островів тепла .

Для досягнення цієї мети в роботі поставлені та виконані такі основні завдання:

1. Аналіз стану та тенденції розвитку геоінформаційного забезпечення систем дослідження земної поверхні по космічним знімкам.
2. Структурно-функціональна модель системи теплових островів.
3. Дослідження островів тепла на дослідну територію.

**Об'єктом дослідження** - Розробка технології для виявлення теплових аномалій.

**Предмет дослідження** –Моделі виявлення теплових аномалій на території міст та їх вплив на забруднення навколишнього середовища

**РОЗДІЛ 1.**

**ТЕПЛОВІ АНОМАЛІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ**

**СЕРЕДОВИЩЕ**

					ДИПЛОМНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			10	
Виконав	Серб Р.В.				<i>Моделювання впливу антропогенних поверхонь на виникнення островів тепла з використанням геоінформаційних технологій</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.								
Керівник	Патракеєв І.М.					КНУБА, група ГІСТ-61		
Зав. каф.	Карпінський Ю.О.							

## **РОЗДІЛ 1 ТЕПЛОВІ АНОМАЛІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

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

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

теплову аномалію атмосфери і водних ресурсів.

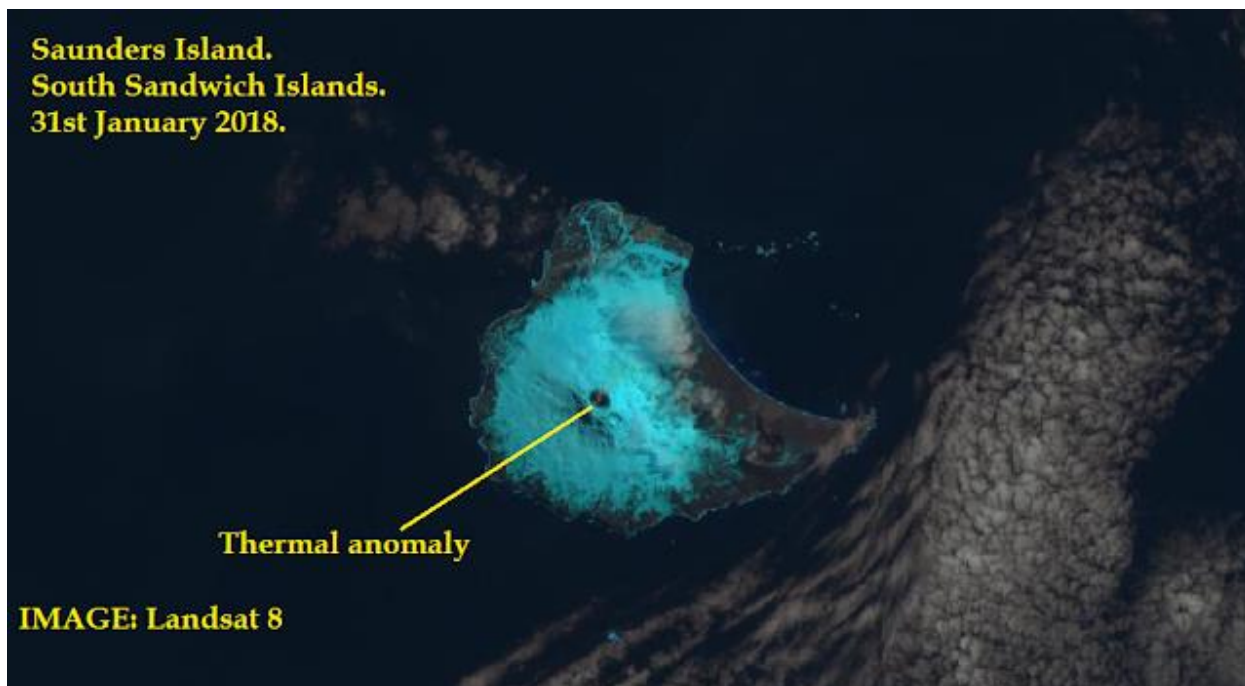


Рис. 1. Приклад теплової аномалії

Теплове забруднення навколишнього середовища представляє серйозну екологічну проблему. Інженерні споруди існують не самі по собі, а як елементи природно-техногенної системи міста, надаючи прямий вплив на екологічну, геологічну середу і непряме - на рельєф. З практики вчених екологів контролюючих процеси містобудування, відомо, що навколо споруд, що мають виробництва, пов'язані з тепловими процесами, утворюються потужні теплові поля. Це стосується, перш за все, до різноманітних теплових батареям, димових трубах, тепловим мережам та іншим спорудам ТЕЦ і підприємств, технологічні цикли яких можуть викликати перегрів ґрунту до  $50^{\circ}\text{C}$ , а іноді і до  $80-100^{\circ}\text{C}$ . Порушення температурного режиму може спостерігатися до глибин 100-300 м. За оцінками вчених-екологів у межах окремих ділянок температура порід і підземних вод може перевищувати фонову на  $10-15^{\circ}\text{C}$ . Максимальні

температури спостерігаються на ділянках виробок метрополітену, в зонах функціонування систем охолодження з водообменом, на ділянках прокладання теплотрас і газопроводів і т. п. Над теплотрасами і газопроводами відзначається вельми інтенсивне прогрівання ґрунту, особливо нижніх її горизонтів. На глибині 0,5 м в літній час температура ґрунту може підвищуватися до 40 ° С і більше (Просенко, 1974; 1979).

Такий вплив на навколишнє середовище яскравий приклад екологічної проблеми міст. Екологи відзначають, що в місті утворюються великі теплові аномалії, що охоплюють не тільки його територію, але й прилеглі ділянки. В Україні загальне підвищення температури ґрунту на всій площі становить 2-3 ° С. На цьому фоні виділяються локальні аномалії вищої температури від конкретних джерел.

Тривала дія на екологію району джерел тепла порушує температурний режим литосферного простору на глибину 30-40 м (іноді більше), збільшуючи (або зменшуючи при штучному проморожуванні ґрунтів) температуру гірських порід і підземних вод, що в свою чергу змінює фізико-механічні, фізико-хімічні властивості порід. Насамперед, відбувається иссушення ґрунтів, порушення структурних зв'язків у них, ослаблення міцності властивостей. Такі екологічні зміни призводять до більш швидкого руйнування агрегатів і споруд, розрахованих на роботу в умовах нормальної температури вміщає геологічного середовища, витокам з водогінних комунікацій (водопроводу, теплоцентралі, каналізації), а часто і до обвалення і просідання поверхні над цими комунікаціями, що в кінцевому підсумку створює чергову екологічну проблему в місті.

## 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 CO<sub>2</sub> 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. Зміна частоти та інтенсивності випадання опадів.**

В цілому клімат на планеті стане більш вологим. Але кількість опадів не пошириться по Землі рівномірно. У регіонах, які й так на сьогоднішній день отримують достатню кількість опадів, їх випадання стане інтенсивніше. А в регіонах з недостатнім зволоженням почастишають посушливі періоди(рис.3).



Рис.3.

Наслідки зміни частоти та інтенсивності опадів

**2. Підвищення рівня моря.** Протягом XX століття середній рівень моря

підвищився на 0,1-0,2 м. За прогнозами науковців, за XXI століття підвищення рівня моря складе до 1 м. В цьому випадку найбільш вразливими виявляться прибережні території і невеликі острови. Такі держави як Нідерланди, Великобританія, а також малі острівні держави Океанії і Карибського басейну першими підпадуть під небезпеку затоплення. Крім цього почастишають високі припливи, посиляться ерозія берегової лінії(рис.4).



Рис.4.Наслідки підвищення рівня моря

**3. 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.5. Основна причина для загрози екосистем

**4. 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.

### 1.3 ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ ЯК НАСЛІДОК ДІЯЛЬНОСТІ МІСЬКОГО СЕРЕДРВИЩА

Парниковий газ - 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 ( $-273^{\circ}\text{C}$ ), 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  $-23^{\circ}\text{C}$ , при якій життя на Землі практично неможливе. Завдяки ж атмосфері вона дорівнює  $+15^{\circ}\text{C}$ . Ця властивість атмосфери називають парниковим ефектом за аналогією з теплицями і оранжереями, що вони бережуть 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. Газы, 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  $\text{H}_2\text{O}$ . 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 людської 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 аерозолі 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 плывуть 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.

Ґрунтуючись 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 забрудненням 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 автотранспортом, 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 типі 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.

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].

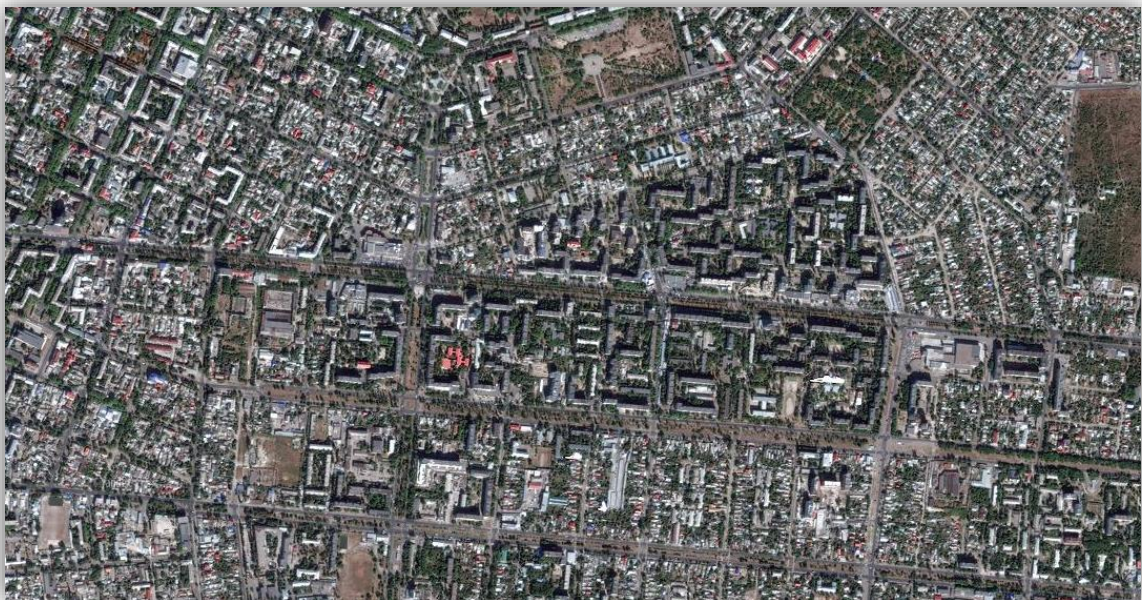


Рис.6. Приклад розміщення вулиць в місті Миколаїв

Тепер розглянемо міста Європи, такі як Рим(рис.13) та Берлін(рис.14), 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.7. Приклад розміщення вулиць в місті Берлін



Рис.8. Приклад розміщення вулиць в місті Рим

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 ІННОВАЦІЇ У ДОСЛІДЖЕННІ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ .

Усі дослідження в даній сфері виконуються за допомогою космічних апаратів, які в свою чергу дають нам якісні знімки всієї земної 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 (відносна біомаса). 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.9) (NIR).

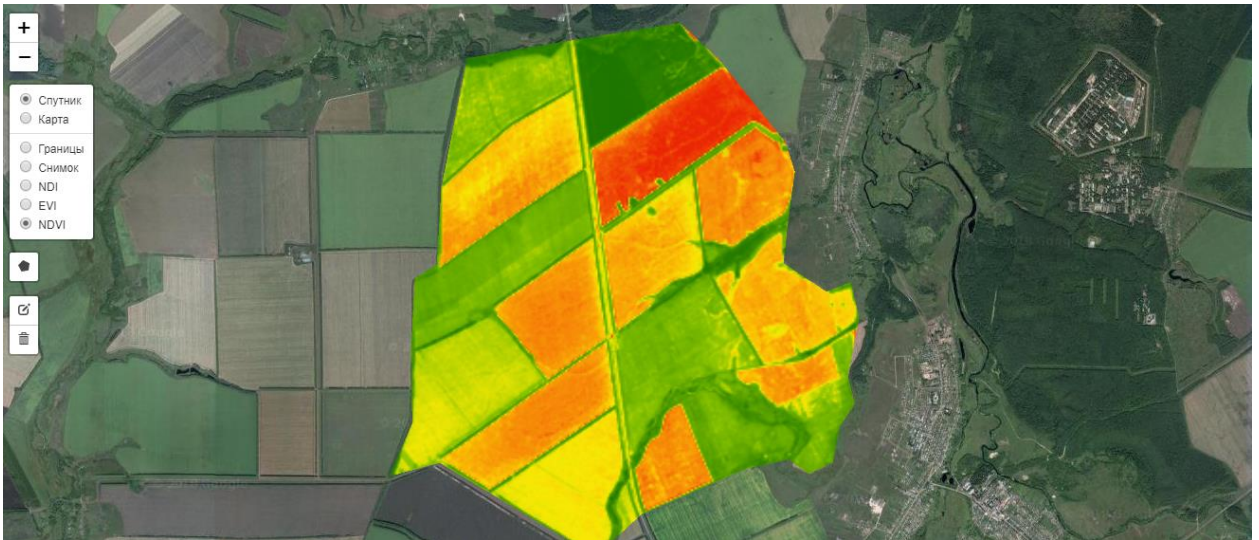


Рис.9. Приклад спектрального каналу NIR

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

спутників 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 заводської 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			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	34			
Виконав	Серб Р.В.				<i>Моделювання впливу антропогенних поверхонь на виникнення островів тепла з використанням геоінформаційних технологій</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.								
Керівник	Патракеєв І.М.					КНУБА, група ГІСТ-61		
Зав. каф.	Карпінський Ю.О.							

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ В МІСТАХ.**

### **2.1 ЗБІР ВИХІДНИХ ДАНИХ. ОПИС ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РЕСУРСІВ.**

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

Було вибрано міста які є лідерами за кількістю об'єктів важкої промисловості та навпаки – аутсайтери серед проми.

Вихідними даними проекту є:

1. Супутникові знімки високої роздільної здатності, зі супутника Landsat 8.
2. Програмні ресурси ArcGIS, QGIS та ERDAS.
3. Геопортали LandViewer (<https://eos.com/landviewer>) EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>) і Sentinel Playground (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground>)

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.

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: 1T (корекція рельєфу)

Формат зображень: GeoTIFF

Розмір пікселя: 15метрів/30метрів/100метрів (панхроматичний канал/ мультиспектральний 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)

<b>Спектральний канал</b>	<b>Довжина хвиль</b>	<b>Розмір 1 пікселя</b>
<b>Канал 1 – Узбережжя і аерозолі (Coastal/Aerosol, New Deep Blue)</b>	0.433-0.453 мкм	30м
<b>Канал 2 – Синій (Blue)</b>	0.450-0.515 мкм	30м
<b>Канал 3 – Зелений (Green)</b>	0.525-0.600 мкм	30м
<b>Канал 4 – Червоний (Red)</b>	0.630-0.680 мкм	30м

<b>Канал 5 – Ближній ІЧ (Near Infrared, NIR)</b>	0.845-0.885 мкм	30м
<b>Канал 6 - Ближній ІЧ(Short Wavelength Infrared,SWIR2)</b>	1.560-1.660 мкм	30м
<b>Канал 7 - Ближній ІЧ(Short Wavelength Infrared,SWIR3)</b>	2.100-2.300 мкм	30м
<b>Канал 8 - Панхроматичний (Panchromatic, PAN)</b>	0.500-0.680 мкм	15м
<b>Канал 9 – Пір'ясті хмари(Cirrus,SWIR)</b>	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

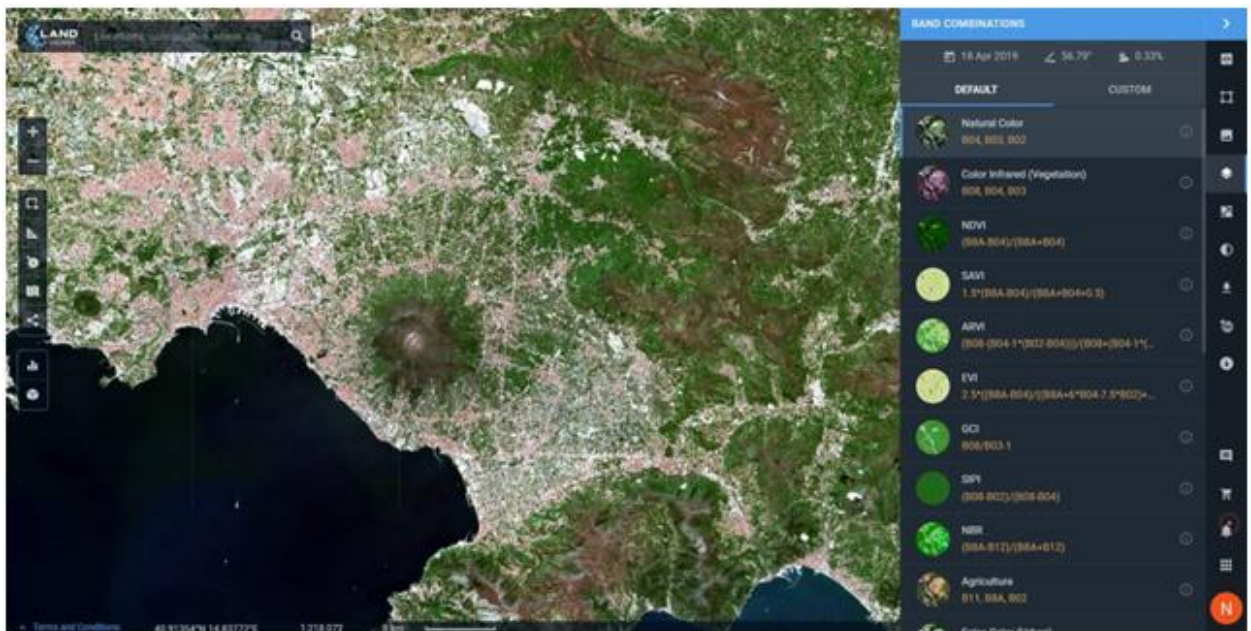
світло, відбите від яскравого спалаху лампи. На відміну від любительської зйомки, КА можуть використовувати перевипромінювання у діапазонах електромагнітного спектра, що виходить за межі оптичного діапазону видимого оком людини і чутливого для сенсорів побутових камер. Наприклад, радарні знімки, для яких хмарність атмосфери є прозорою. Такі знімки дають зображення поверхні Землі або інших космічних тіл «через хмарність».

LandViewer від EOS

LandViewer (<https://eos.com/landviewer>) - це сучасний джерело супутникових даних і аналітики на основі AI. Сервіс представлений EOS, одним з ключових офіційних дистриб'юторів супутникових знімків високого дозволу.

Дані. LandViewer охоплює величезну кількість загальнодоступних бібліотек. Це знімки із супутників CBERS-4, Sentinel-1, 2, MODIS / NAIP, Landsat-7, 8, а також Landsat-4, 5 для історичних знімків. Серед наборів знімків SPOT -5-7, Pleiades-1, Kompsat-2, 3, 3A, SuperView-1. Максимальна просторову роздільну здатність досягає 40 см на піксель.

З урахуванням усього вищесказаного ви можете отримати повний список супутникових даних і придбати великі плани зображень надвисокої роздільної здатності. стат 12.png



Пошук. Знімки легко знайти, задавши що цікавить область за допомогою величезної кількості опцій і завантаження файлу. Вибирається тип сенсора і таймфрейм. Відсоток хмарного покриття, висота над рівнем моря і відсоток покриття АОІ доступні в якості умов пошуку фільтра. Крім того, ви можете зберегти свою область інтересів і підписатися на нові сцени, щоб легко отримати те, що вам знадобиться в майбутньому. Можна легко завантажити оброблений знімок, комбінацію каналів або розрахований індекс.

Аналітика. LandViewer відразу включає аналітичні можливості візуалізації вибраної фотографії, що робить сервіс унікальним серед багатьох інших платформ. Пропонується більше 20 стандартних комбінацій і індексів, в тому числі: NDVI, NBR SAVI. Можна створити свій власний користувальницький індекс, кластеризації, аналіз часових рядів і використовувати безліч інших інструментів для адаптації знімків до заданим потребам. Експорт. У сховищі LandViewer є багато всього. Можна завантажити будь-який супутниковий

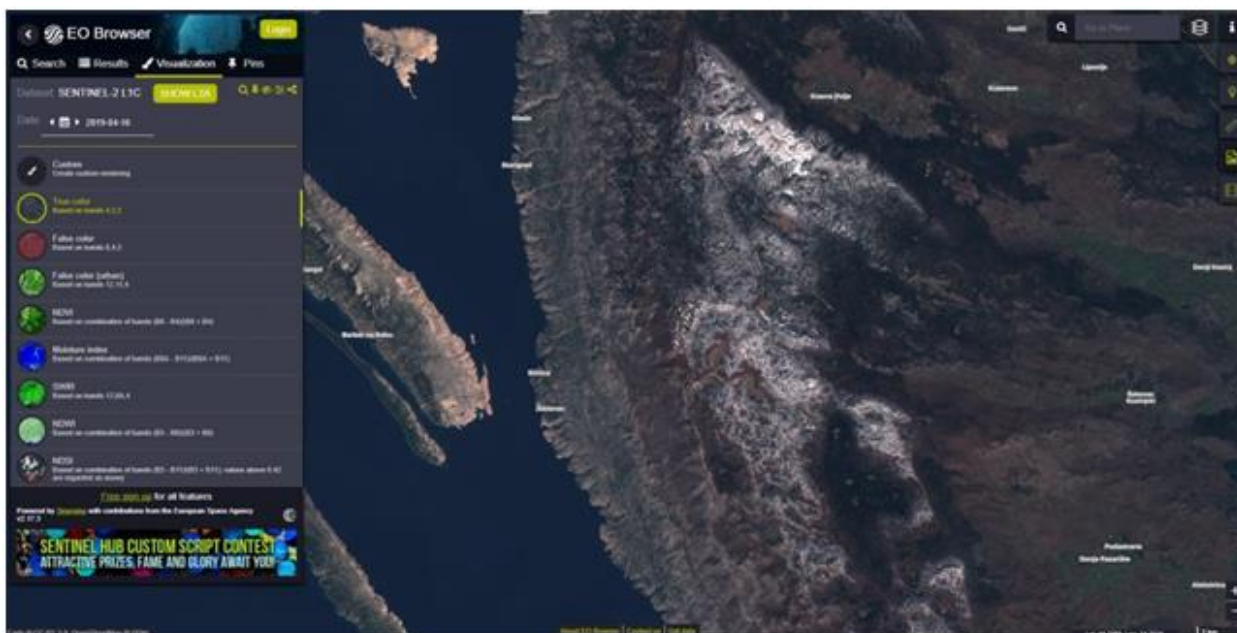
знімок з широким спектром каналів або в естественних кольорах. Він може бути повним або обрізаним в форматі JPEG, KMZ або GeoTIFF.

LandViewer —универсальный источник спутниковых снимков для ГИС-специалистов. Ему удастся объединить огромный список аналитических функций в аккуратный пакет для исследований.

### **EO Browser і Sentinel Playground від Sentinel Hub**

За допомогою Sentinel Hub відкриті супутникові знімки доступні через два основних сервісу: EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>) і Sentinel Playground (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground>)

Дані. У EO Browser можна отримати знімки з середнім і низьким дозволом. До них відносяться необмежені колекції від всіх місій Sentinel, Landsat -5, 6, 7 і 8, Envisat, Meris, MODIS, GIBS і Proba-V.



Пошук. EO Browser і Sentinel Playground мають інтуїтивно зрозумілим набором функцій. Все, що потрібно для вичерпного пошуку знімків. Слід зазначити одне важливе обмеження: деякі набори даних обмежені

рендерингом з певного масштабу. Для Landsat він починається тільки після збільшення на 20 км.

Аналітика. EO Browser може запропонувати значну свободу з точки зору прикладної аналітики. Для одного знімка можна застосувати як мінімум 8 комбінацій каналів і навіть додати свої власні. Тимчасові ряди доступні, але не всі використовувані знімки можуть бути візуалізовані.

Експорт. Sentinel Playground дозволяє завантажувати в форматі JPEG окремі сегменти глобальної мозаїки.

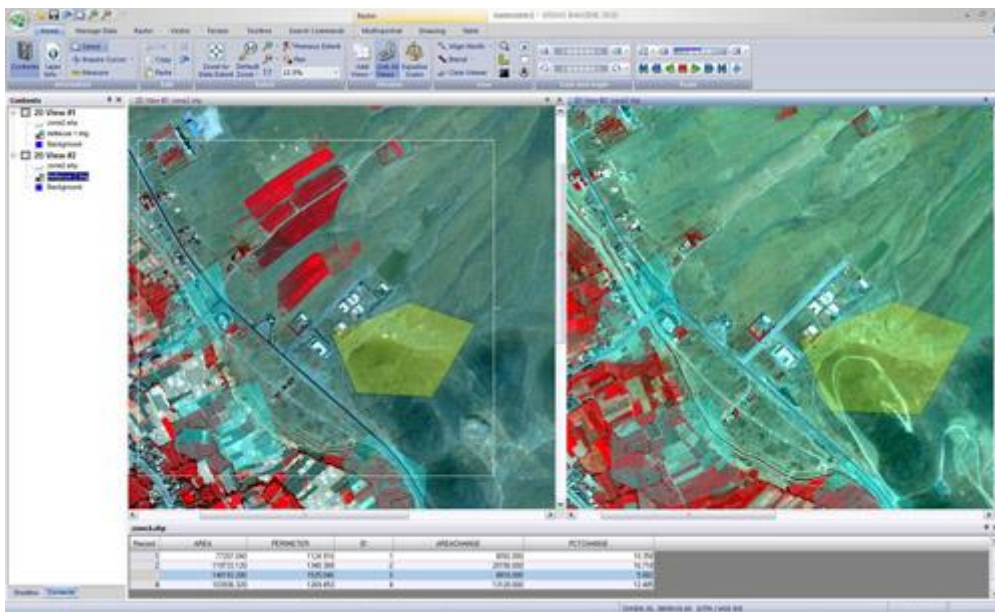
ERDAS IMAGINE - це одна з найбільших та найвідоміших систем для обробки даних дистанційного зондування землі. Ця система дозволяє виконувати фотограмметричну та аналітичну обробку всіх типів зображень, формувати на їх основі топографічні та тематичні карти, моделі території.

ERDAS IMAGINE має три базові комплектації різного рівня функціональності та складності:

- **Essential** - мінімальний набір інструментів для роботи з даними дистанційного зондування. Основою Imagine Essentials є блок перегляду, що забезпечує основу всього інтерактивного перегляду й обробки зображень. Ця система дозволяє переглядати зображення, виконувати геоприв'язку зображення, створювати по знімку векторні карти в форматах Shape, формувати та аналізувати бази геопросторових даних, виконувати проекційні перетворення та виводити карти та зображення на друк.
- **Advantage** - комплектація, що охоплює всі функціональні можливості IMAGINE Essentials та дає користувачу нові функції для обробки зображень. У IMAGINE Advantage можна виконувати орторектифікацію зображень, створювати з окремих знімків мозаїку,

формуванню моделі рельєфу, виконувати радіометричну корекцію, покращення спектральних якостей зображення, неконтрольовану класифікацію даних зображення. У користувача IMAGINE Essentials є також багато інших операцій обробки зображень завдяки підключенню модулів розширення, доступних тільки для цієї комплектації (наприклад, ATCOR).

- **Professional** - це професійний інструмент для обробки аерокосмічної інформації. Крім всіх можливостей Imagine Essentials й Imagine Advantage ця система дає змогу виконувати різноманітний аналіз зображень, обробляти дані радарного знімання. Тільки за цієї комплектації можливе використання деяких унікальних функцій системи, таких як субпіксельний аналіз, аналіз гіперспектральних властивостей зображення, використання функціоналу ERDAS ER Mapper.



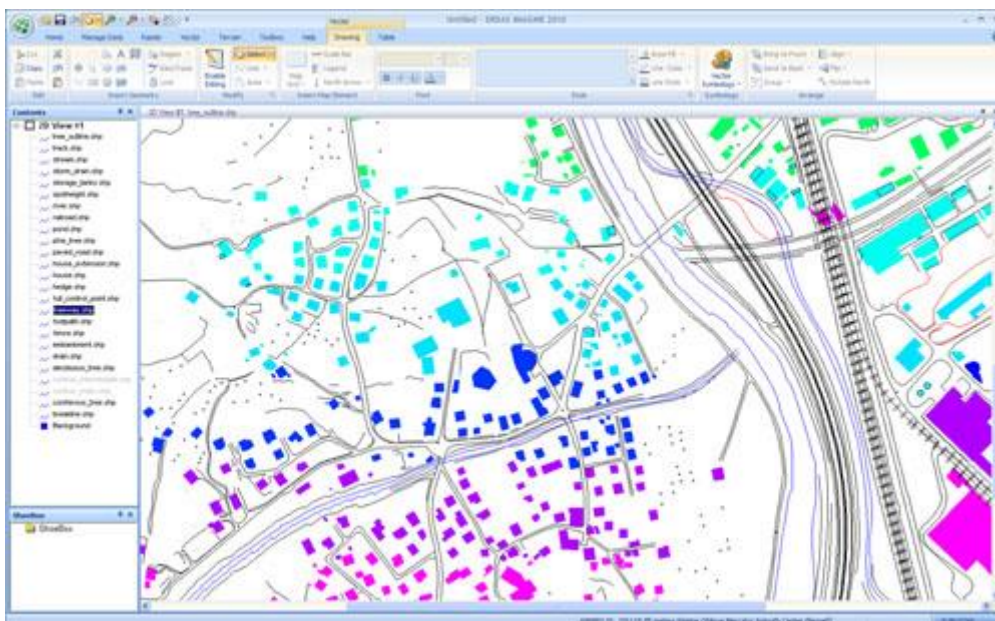
ERDAS IMAGINE 2010

(рисунок з сайту [www.erdas.com.ua](http://www.erdas.com.ua))

## Модулі розширення ERDAS IMAGINE

**AutoSync** - модуль призначений для полегшення й автоматизації процесу геометричної корекції знімків. Цей модуль має у своєму складі математичний корелятор, що використовується в LPS (Leica Photogrammetry Suite) для розрахунку точок в автоматичному режимі. Для запуску процесу автоматичного розрахунку цих точок користувачеві досить визначити всього 3 контрольні точки самостійно - далі все зробить AutoSync.

**IMAGINE Vector** розроблений для підтримки форматів, представлених компанією ESRI. Даний модуль дозволяє імпортувати й експортувати векторні дані ArcInfo й Shape форматів, працювати з топологією даних файлів без додаткових конвертацій. IMAGINE Vector забезпечує роботу з форматами геобаз даних SDE.



**IMAGINE Objective** - модуль, призначений для пошуку й векторизації таких об'єктів як будинки, дороги, площинні об'єкти. Використання даного інструмента значно заощаджує час для створення векторних шарів. Objective включає інструменти для пошуку заданих оператором характеристик. Принципова відмінність від класифікації - об'єкти виділяються відповідно до своїх геометричних характеристик, і ніяк не залежать від спектральних властивостей. Таким чином, не важливо, яке зображення обробляється - мультиспектральне, PAN або RGB.

**IMAGINE Easytrace** істотно полегшує роботу людини-оператора, яка виконує оцифровку або виділення об'єктів на аерофото- або космічних знімках. Користувачеві необхідно вказати об'єкт інтересу, потім почати векторизацію, яку продовжить комп'ютер.

**ERDAS Image Compressor** - модуль для стиснення зображень. Функціонал цього модуля залежно від рівня базової комплектації дозволяє працювати з ECW, JPG2000, MrSID, TIFF, CDRG файлами, що містять зображення від розміром від кількох гігабайт до кількох терабайт.

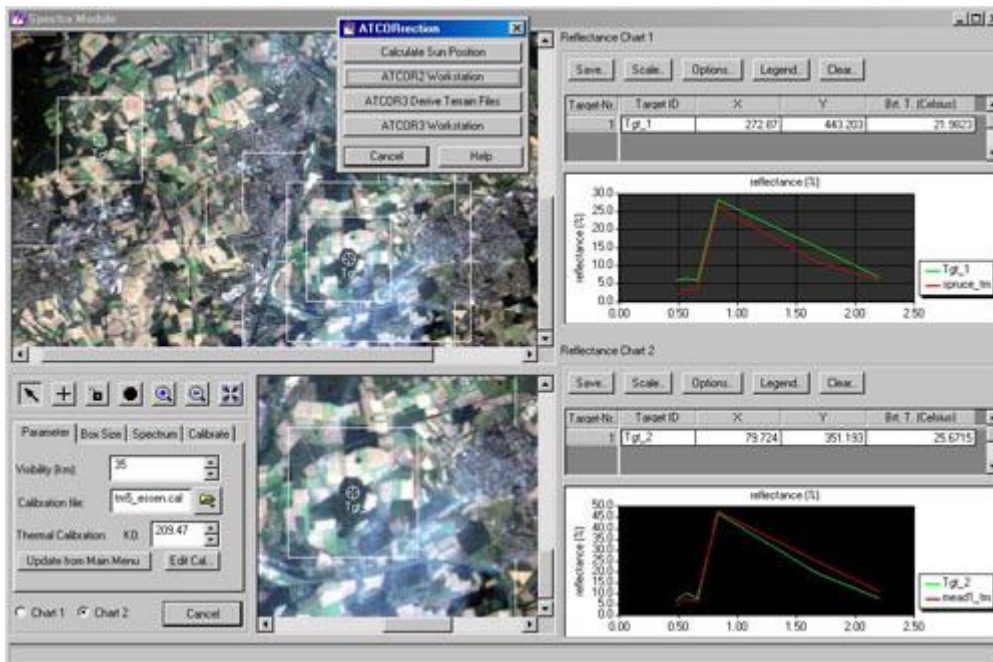
**DeltaCue** - модуль, спрямований на пошук й автоматичну реєстрацію змін між різночасовими знімками. Зміни фіксуються у вигляді тематичного шару. Активно використовується спектральний і просторовий аналіз даних, спектральна сегментація, різні просторові фільтри, є діалог настроювання критеріїв пошуку.

**Subpixel Classifier** - модуль, призначений для виділення на багатозональному знімку об'єктів, менших за розмір пікселя. Він дозволяє ідентифікувати об'єкти, що займають лише 15-20% від загальної площі пікселя. Цей модуль може бути цікавий у дослідженнях рослинності й ґрунтів.

**IMAGINE Stereo Analyst** розроблений для роботи зі стереознімками. Цей програмний продукт дозволяє створювати тривимірні проекти на основі наявних стерео зображень. Використовуючи стерео, можливо проводити повноцінні тривимірні виміри та створювати образи й моделі для наступного представлення їх у модулі IMAGINE Virtual GIS.

**IMAGINE Virtual GIS** - засіб тривимірної візуалізації, призначений для побудови тривимірної картинки, створення імітації польоту над місцевістю, дії у віртуальному тривимірному географічному просторі. Користувач може виконувати процедури поліпшення зображення, опитувати значення пікселів і їхні атрибути для растрового зображення, накладеного на модель рельєфу, візуалізувати поверх цифрової моделі місцевості шари векторних карт у форматі ArcGIS, змінювати їх символію, одержувати значення атрибутів векторних об'єктів.

**ATCOR** - це модуль атмосферної корекції, що повертає істинні спектральні яскравості об'єктам. Модуль усуває з космічних знімків димку й проводить топографічну нормалізацію знімків. Функціонально ATCOR ділиться на ATCOR2 (робота з мультиспектральними даними без врахування цифрової моделі висот) і ATCOR3 (робота з мультиспектральними даними з врахуванням цифрової моделі висот). У всіх версіях цього модуля є можливість по роботі зі спектрами у вигляді сформованих графіків спектральних кривих, а також можливість вимірювати температуру в обраній точці.



ЕУсунення димки зі з космічних знімків у модулі ATCOR  
(рисунок з сайту [www.erdas.com](http://www.erdas.com))

**IMAGINE Map2GeoPDF** - модуль, призначений для формування документа в PDF форматі, але з підтримкою систем координат і проєкцій. Отриманий документ можна переглядати в Acrobat Reader 7 і вище. Модуль є додатковим і може використовуватися, починаючи з функціональної версії Imagine Essential.

**Leica MosaicPRO** - це потужне рішення для створення мозаїк по наборам різноманітних знімків. Оператор має можливість контролювати "стики" знімків у їх істинному просторовому дозволі, оцінювати повну якість створюваної мозаїки у вікні попереднього перегляду, інтерактивно аналізувати баланс кольорів, самому генерувати лінії зшивки знімків або імпортувати їх з інших джерел (шейп-файли або АОІ файли).

**IMAGINE Enterprise Loader** дозволяє необмеженому числу користувачів використовувати растрові й векторні дані, які зберігаються в Oracle Spatial

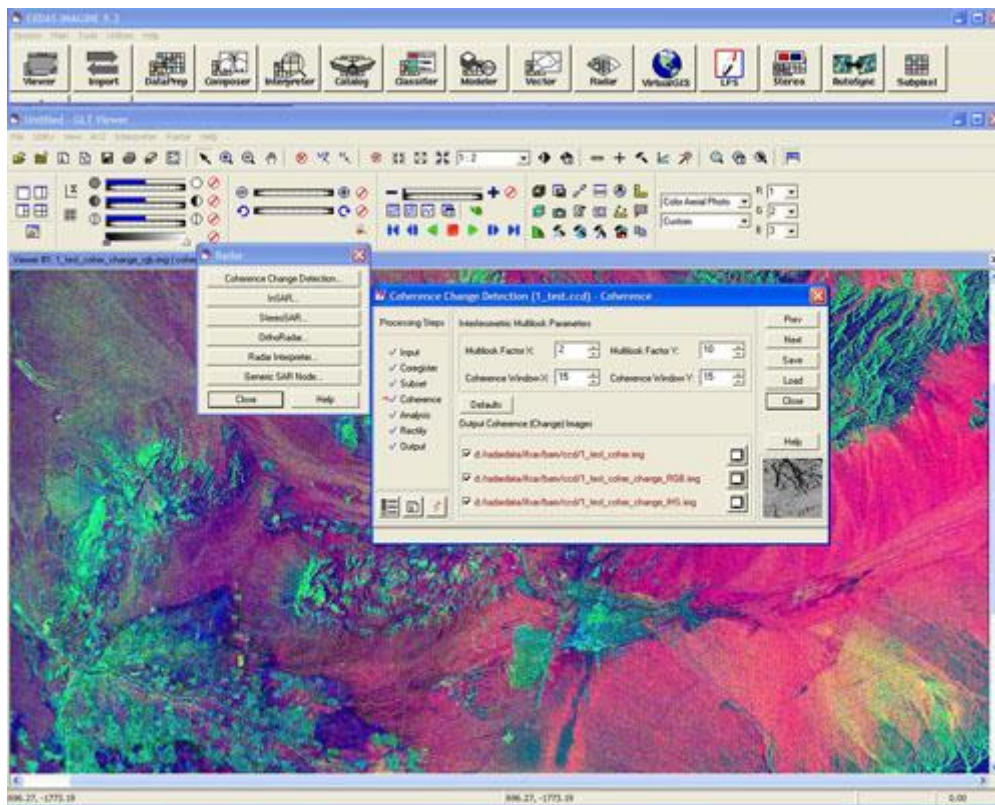
Log. Зображення можуть читатися як незалежні георастри. Також можливо використовувати деякий функціонал від ERDAS IMAGINE або LPS для автоматичного формування мозаїки.

**IMAGINE Enterprise Editor** - перший додаток, що поєднує в собі процес обробки зображень і редагування даних через Web доступ, підключаючись до бази даних Oracle Spatial Log. Enterprise Editor дає можливість редагувати геометрію растрів, топологію й атрибутивні дані в середовищі Інтернет. Даний модуль включив у себе весь інструментарій, що властивий серверному варіанту Oracle Spatial Log.

**IMAGINE Developers' Toolkit** - модуль, що складається з набору вбудованих бібліотек і документації, які дозволяють розширювати можливості ERDAS IMAGINE. Цей модуль є засобом для розробки власних скриптів і модулів.

Крім наведених вище існує спеціальний набір модулів для обробки радарних знімків:

- **IMAGINE Radar Interpreter** - модуль, призначений для видалення шумів, текстурного аналізу, злиття знімків, основного радіометричного й геометричного калібрування по поліпшенню знімків SAR.



## Пошук часових змін на радарних знімках у IMAGINE Coherence Change Detection

(рисунок з сайту [www.erdas.com.ua](http://www.erdas.com.ua))

- **IMAGINE OrthoRadar** - модуль, що виконує точну корекцію й ортотрансформування знімків SAR з побудовою моделі сенсора SAR.
- **IMAGINE StereoSAR DEM** - модуль, що виконує генерування ЦМР за допомогою кореляції пар знімків SAR.
- **IMAGINE InSar** - модуль, який забезпечує роботу з даними SAR і який використовує інтерферометричну технологію. Цей модуль дозволяє створювати точну ЦМР з високим просторовим дозволом по даним SAR знімків.
- **IMAGINE Coherence Change Detection** - модуль для пошуку змін на інтерферометричних SAR даних

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 оцифрування 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, qpj, 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].

<b>Розширення</b>	Величезна бібліотека безкоштовних розширень.	Вбудовані можливості, більшість доступних розширень платні.
<b>Інструменти</b>	<p>загалом зі встановленими основними розширеннями список налічує 770 інструментів з можливістю безмежного розширення.</p> <p>Умовно можливий виділити такі групи найпопулярніших інструментів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• робота з даними ДЗЗ;</li> <li>• геостатистика;</li> <li>• гідрологічний аналіз;</li> <li>• аналіз каналів;</li> <li>• аналіз освітлення;</li> <li>• морфометричний аналіз;</li> <li>• моделювання пожеж;</li> <li>• робота з LIDAR;</li> <li>• робота з тривимірними моделями рельєфу (DEM);</li> <li>• растрова калькуляція;</li> <li>• інструменти зональної статистики;</li> <li>• робота з базами даних;</li> <li>• величезний набір інструментів для аналізу та створення з растрових та векторних об'єктів;</li> <li>• тривимірна візуалізація;</li> <li>• робота з CAD;</li> <li>• експорт в інтерактивні мапи як на сервер, та і у вигляді відстороненого веб-застосунку</li> </ul>	<p>Групи та кількість інструментів значною мірою залежать від випуску.</p> <p>Загалом інструментарій ArcGIS дуже багатий і налічує такі основні групи інструментів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ArcGIS 3D Analyst – набір для роботи з тривимірними даними, моделями рельєфу та іншим;</li> <li>• ArcGIS Geostatistical Analyst – набір для моделювання, оцінки та аналізу геостатистичних даних;</li> <li>• ArcGIS Network Analyst – набір для просторового аналізу мереж та шляхів, покликаний вирішувати логістичні проблеми;</li> <li>• ArcGIS Tracking Analyst – аналітичні інструменти для оцінки залежності динаміки просторових даних в часі;</li> <li>• ArcGIS Data Interoperability – інструменти для імпорту та експорту в різні формати даних, що підтримуються;</li> <li>• Експорт в інтерактивні мапи для серверу ArcGIS або ArcGIS online.</li> </ul>
<b>Оновлення</b>	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.
<b>Розробка додатків</b>	Python, C++, R	Python, C++, C#, R, Java
<b>Переклад</b>	48 мов	11 мов

**РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ  
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ МІСТ. ТЕХНОЛОГІЧНІ  
СХЕМА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ДАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ БАЗИ  
ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ.**

					ДИПЛОМНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			53	
Виконав	Серб Р.В.				<i>Моделювання впливу антропогенних поверхонь на виникнення островів тепла з використанням геоінформаційних технологій</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.								
Керівник	Патракеєв І.М.					КНУБА, група ГІСТ-61		
Зав. каф.	Карпінський Ю.О.							

# **РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ОСТРОВІВ МІСТ. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ДАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ.**

## **3.1 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 проєкції, 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 утворюють 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 водянні об'єкти, можуть використовувати спільно загальні границі полігонів. Будь-яка зміна, внесена в загальну границю, автоматично оновлює 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. Бази 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.

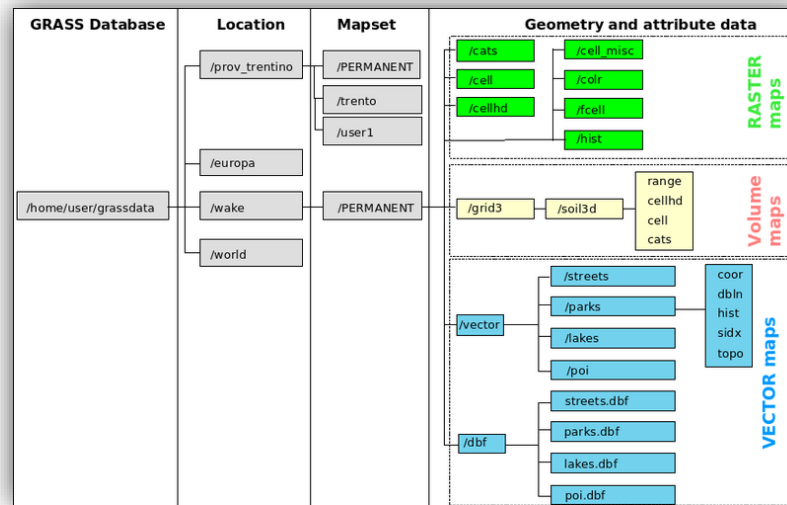


Рис.31. Схема зберігання растової інформації

### 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 замовчуванн

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

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 обчислення NDVI потрібні зображення в ближньому інфрачервоному каналі , і в червоному каналі. Для знімків Landsat 8 це відповідно канали 4 і 3(рис.32). Тепер після невеликого теоретичного вступу можна переходити до практичної частини.

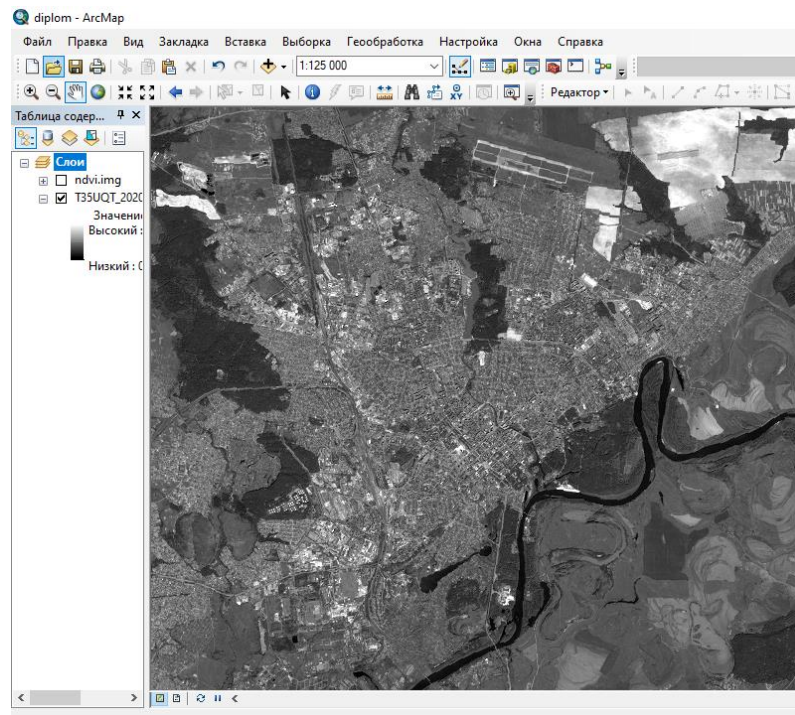


Рис.32. Вибір знімків

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:

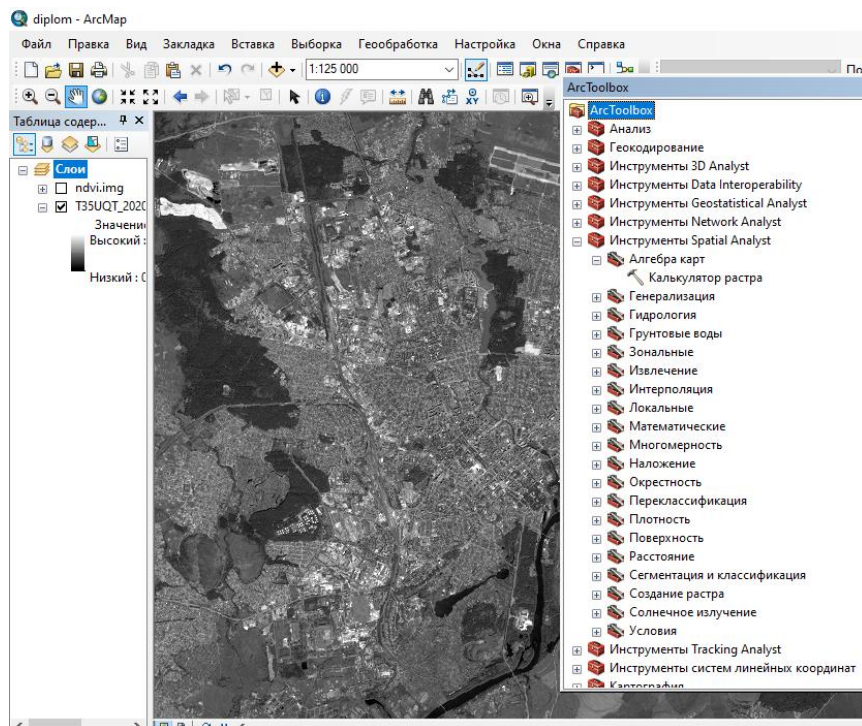


Рис.33. Вхід в набір інструментів

У полі для складання формули обчислень пишемо вираження згідно з наведеною на початку статті формулою для підрахунку індексу NDVI(рис.34) (обведено червоним):

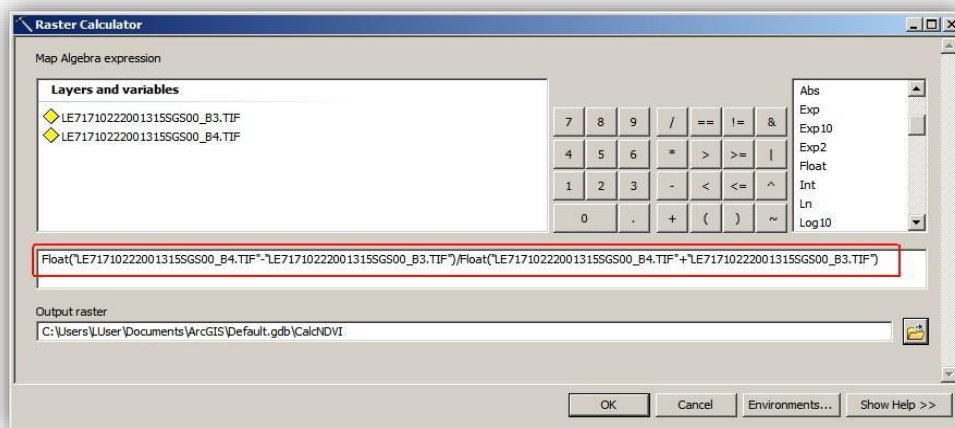


Рис.34. Набір формули

Спочатку синтезований(рис.35) таким чином растр зі значенням розподілу індексу NDVI виглядає зовсім не виразно:



Рис.35. 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.

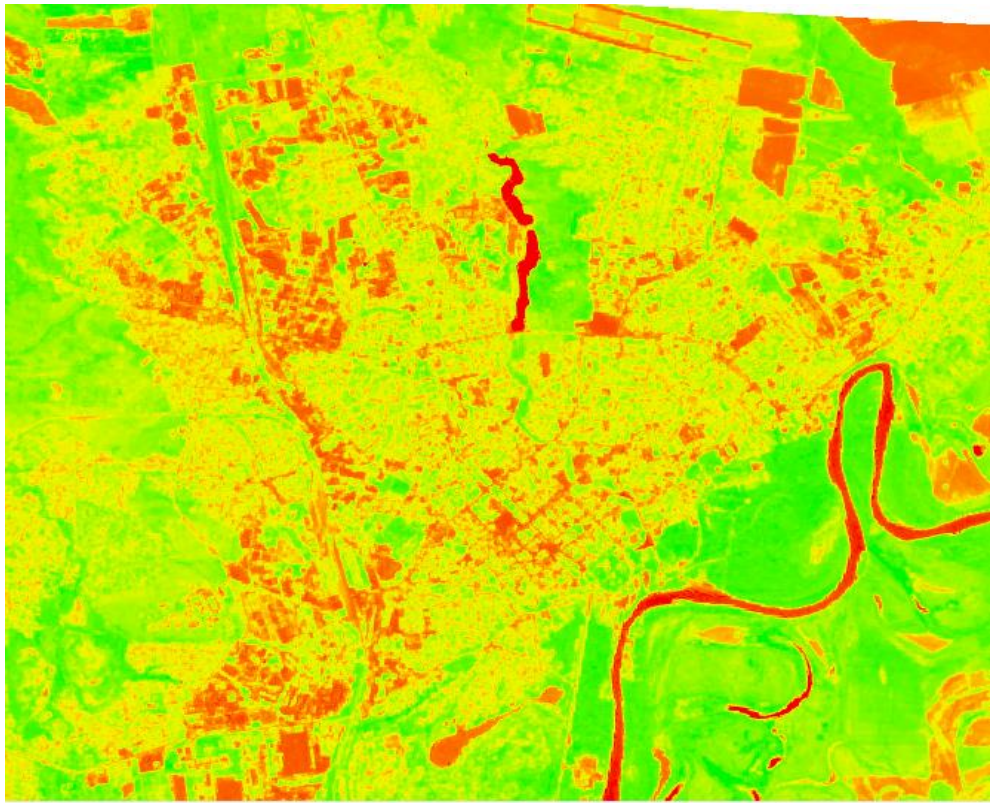


Рис.36.Отриманий знімок

І в результаті всіх проведених маніпуляцій з знімком ми отримуємо теплову аномалію даної території(рис.36).

## 3.2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА ЧЕРНІГІВ

**Чернігів** — місто на півночі України, обласний центр Чернігівської області. Впродовж своєї історії часів середньовіччя та відродження місто було одним з головних осередків політико-економічного та соціально-культурного життя сучасної території українців.

Найбільші підприємства міста:

ПАО «Черниговский завод «Металлист»

Черниговский завод «Металлист» известен как предприятие по производству скобяных изделий, комплектующих элементов для монтажа систем вентиляции. На сегодняшний день запущено производство кронштейнов для крепежа наружных блоков кондиционеров, для установки антенн спутникового телевидения, плазменных и жидкокристаллических панелей. Освоено производство стальных радиаторов отопления, сетки-рабицы, соединителей, удлинителей и подвесов для гипсокартонных систем, отливов, контейнеров для аппаратуры операторов мобильной связи, гвоздей, шинорейки с замком, новых видов перфоленты.

ПАО „Черниговский завод радиоприборов“ (ОАО „ЧеЗаРа“) создано на базе Государственного предприятия „Черниговский радиоприборный завод“, который был спроектирован для общих космических нужд и долгое время работал на оборонный и ракетно-космический комплекс бывшего СССР. Сейчас ПАО „ЧеЗаРа“ — ведущий производитель аппаратуры связи пятого поколения, датчико-преобразующей аппаратуры, телекоммуникационного оборудования, медицинской техники, водонагревателей КПВ, электронных замков, радиоприемников

## ГП "НПК "Прогресс"

Научно-производственный комплекс "Прогресс", г. Нежин является предприятием ОПК Украины и специализируется на разработке и производстве сложных оптико-электронных приборов и гироскопических устройств, медицинской техники, тепловых насосов, теплообменных устройств, различных товаров народного потребления.

## Черниговский автомобильный завод (ЧАЗ)

Черниговский автозавод (ЧАЗ), входящий в состав корпорации "Эталон", производит автобусы. Городской автобус А 079.14 «Пролісок», А 074 — «Чорнобривець», А 079 класса «Турист» — «Мальва», А 148 — «Соняшник», автобус БАЗ 2215 — «Кручений панич». Сборка черниговских автобусов осуществляется на импортных шасси. В кузовном цехе изготавливаются каркасы на автобусы среднего и большого класса. Новым видом продукции стали грузовые автомобили «Подорожник» они изготавливаются на базе шасси индийской компании «ТАТА Моторс Лимитед». и запущены в серийное производство пока в четырех модификациях: шасси грузового автомобиля, с бортовой платформой, с бортовой платформой и тентом, а также грузовой автомобиль с универсальным кузовом-фургоном.

## ПАО "Будмаш"

Прилукский завод "БУДМАШ" специализируется на производстве строительных машин различного назначения - цементовозов, подъемников, смесителей, растворонасосов и других. Завод располагает мощным чугунолитейным цехом с автоматическими линиями производительностью до 6000 тонн литья в год. В последние годы завод освоил производство стальных контейнеров для сбора, временного хранения и транспортировки различных навалочных грузов, в основном промышленных, строительных и

бытовых отходов. Контейнеры выпускаются в соответствии с требованиями Европейских стандартов. Применение подобных контейнеров получило большое распространение во всем мире. Для удобства их транспортировки применяются специализированные автомобили с подъемными устройствами типа Absetzkipper для отвальных контейнеров и типа Nakenlift для роликовых контейнеров. Совместно с голландской фирмой завод освоил производство широкой гаммы замочно-скобяных изделий и строительной фурнитуры, преимущественно для коттеджного строительства, соответствующих требованиям Европейских стандартов. Завод опытный АО "Химтекстильмаш"

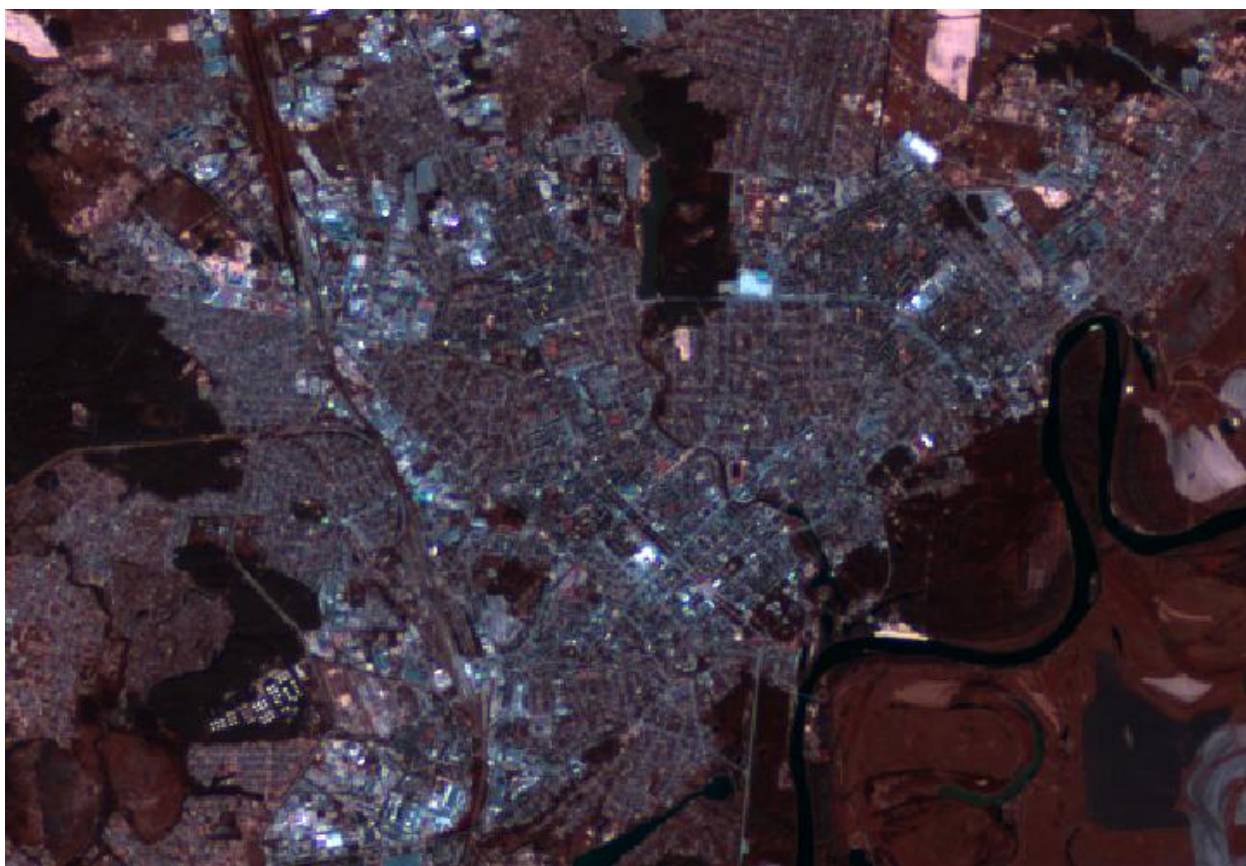


Рис.39. Супутниковий знімок міста

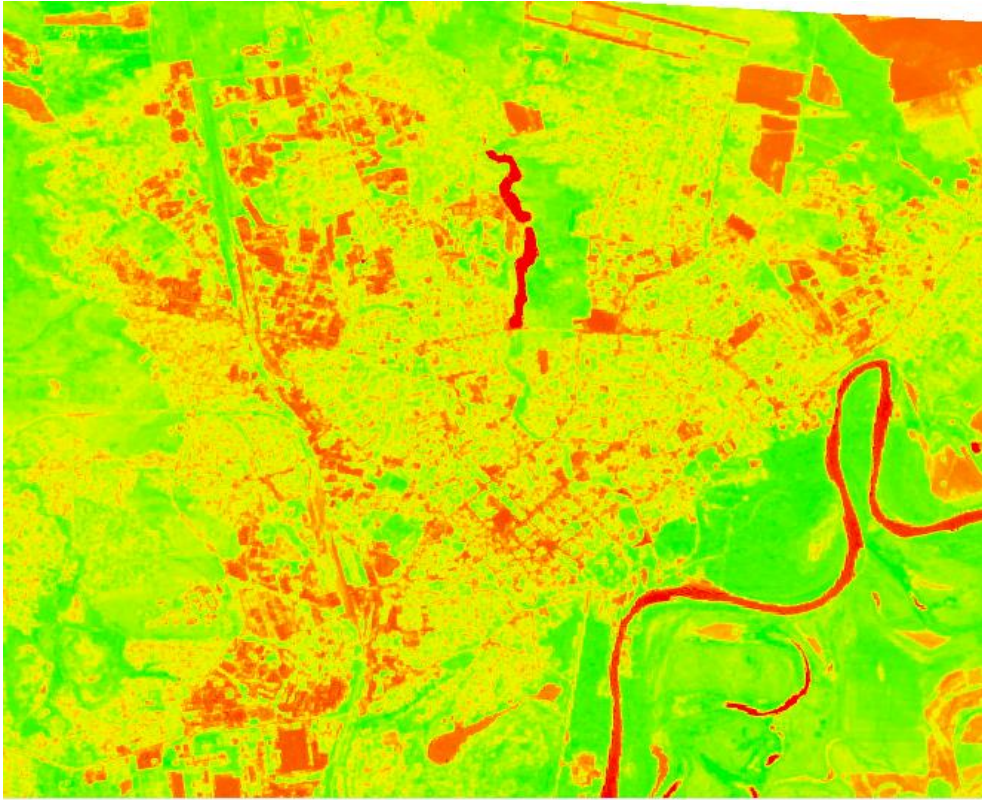


Рис.40. Теплова аномалія міста Чернігів

Як і передбачувалось досить низька кількість теплових аномалій(ри.40)

Житлові райони міста аномалія майже не торкнулась, але зосередження підприємств в між житловою забудовою, погіршує стан екології та теплових аномалій в місті.

### 3.3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА ЕНЕРГОДАР.

Енергодар — місто обласного значення в [Запорізькій області](#). Розташоване на лівому березі [Каховського водосховища](#)(в Нижньому Придніпров'ї). Місто знаходиться 120 км — від обласного центру [Запоріжжя](#), площа території міста — 63,5 кв.км.

Місто засноване [12 червня 1970](#) з початком будівництва Запорізької ДРЕ С. [1972](#) року одержало назву Енергодар. [1981](#) почалося будівництво [Запорізької АЕС](#), яка сьогодні є найбільшою АЕС у Європі. [14](#)

[серпня 1985](#) року селище Енергодар з 50-тисячним населенням отримало статус міста.

Запорізька теплова електростанція — поряд з [Вуглегірською ТЕС](#) найпотужніша за встановленою електричною потужністю [теплоелектростанція](#) України. Станція забезпечує [електроенергією](#) економіки південних областей держави.

Розташована на території Запорізької області за 140 км на південь від обласного центру міста Запоріжжя і за 3 км від міста [Енергодар](#). У січні [2007](#) року ТЕС виробила 500-мільярдну кіловатгодину електроенергії з моменту пуску в експлуатацію. До Запорізької ТЕС рекордного рубежу досягли [Криворізька ТЕС](#) ВАТ [«ДТЕК Дніпроенерго»](#) (у травні [2001](#) року) та [Зміївська ТЕС](#) ВАТ [«Центренерго»](#) (у грудні [2006](#) року).

Запорізька теплоелектростанція разом із [Придніпровською](#) та Криворізькою ТЕС входить до складу енергогенеруючої компанії ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго», 76,04% акцій якої належить НАК [«Енергетична компанія України»](#). Колектив станції налічує 2 400 працівників.

Паливом для електростанції є вугілля марки Г, ДГ, мазут та газ. Частка використання природного газу у структурі палива в 2010 році: енергоблоки 300МВт 0,9%.

На Запорізькій АЕС встановлено 3 [енергоблоки](#) потужністю 300 МВт, 1 енергоблок потужністю 325 МВт та 3 енергоблоки потужністю 800 МВт.

Перший блок Запорізької електростанції був пущений у промислову експлуатацію [25 листопада 1972](#) року. Проектна встановлена потужність 3600 МВт була досягнута у вересні [1977](#) року. Видача потужності від

електростанції здійснюється [напругою](#) 150 і 330 кВ з відкритих розподільних пристроїв.

Рекордну кількість електроенергії — 24,8 млрд кВтг — станція виробила у [1986](#) році, за що колектив ТЕС було нагороджено [орденом Жовтневої Революції](#). [2006](#) року Запорізька ТЕС виробила 4581 млн кВтг електроенергії, що на 2,7% або на 119,4 млн кВт більше ніж [2005](#) року.

Запорізька АЕС є найбільшою атомною електростанцією в Європі і Україні. Електростанцію обслуговує близько 11000 робітників, перевезення яких виконують службові автобуси, які практично безперервно катаються з міста до АЕС. Щорічно станція генерує близько 40 млрд кВт·год електроенергії, що становить п'яту частину загальноміського виробництва електроенергії в країні і половину її виробництва на українських атомних станціях.

У 2002 введено в експлуатацію інформаційно-вимірювальну систему «Кільце», що дозволяє в автоматичному режимі здійснювати безперервний контроль радіаційного стану в зоні спостереження навколо АЕС.

За підсумками 2009 року Запорізька АЕС визнано повністю відповідає вимогам МАГАТЕ. Станом на початок 2014 року на станції працювало понад 11,5 тисяч чоловік. 29 березня 2015 року в 11:40 Запорізька АЕС стала першою в світі станцією, яка виробила понад 1 трлн кВтг електроенергії з дня введення в експлуатацію першого енергоблоку. Перша партія палива Westinghouse Electric надійшла на ЗАЕС у лютому 2016 року. Його передбачається використовувати в енергоблоці № 5. Забезпечення роботи змішаної активної зони реактора вимагає модернізації систем внутрішньореакторного контролю, забезпечити яку притягнуто НВО «Імпульс».[11]

Майже все місто(рис.37) складається з Запорізької ТЕС та АЕС і о  
бслуговуючих будівель станцій. Всі житлові квартали розташовані на  
сході міста.



Рис.37. Супутниковий знімок

Найбільший викид тепла, спостерігаємо на всі території міста особливо  
в районах розміщення ТЕС та АЕС, також великі викиди тепла  
спостерігаються в частині міста де розташованні холоджувальні станції.  
В житловій частині міста викиди тепла майже непомітні, тому як всі  
промислові об'єкти яскраво підсвічуються червоним Даний спектральний  
знімок показує що викиди тепла  
колосальні, від цього тепла страждає місто та його жителі. Дане місто є  
прикладом теплового острова(рис.38).

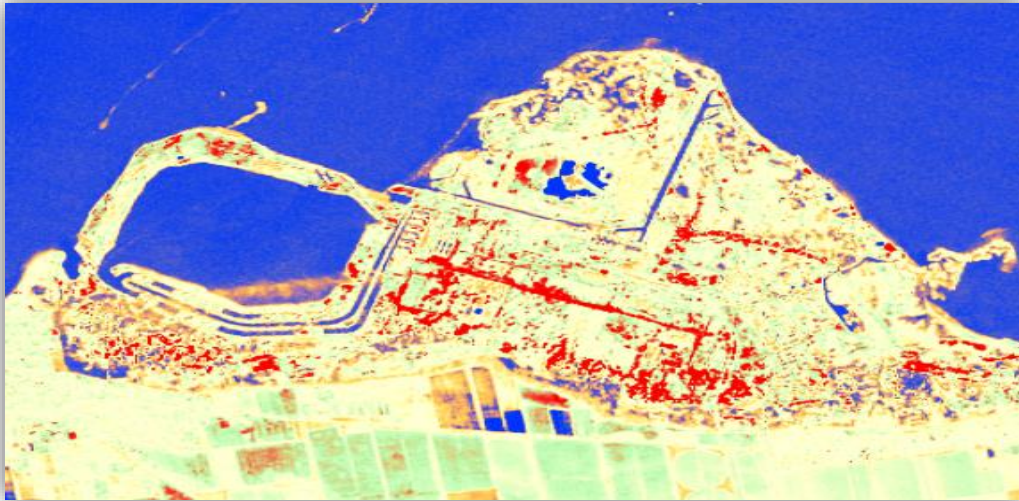


Рис.38. Теплова аномалія міста Енегродар

### 3.4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ АНОМАЛІЇ ДЛЯ МІСТА НІКОПОЛЬ

Нікополь, [місто](#) обласного підпорядкування у [Дніпропетровській області](#). Адміністративний центр [Нікопольського району](#). Четверте за чисельністю населення місто області, центр [Нікопольського марганцевого басейну](#), в місті працюють два підприємства металургійної та декілька машинобудівної промисловості.

Промислові підприємства є основним наповнювачем міського бюджету, на частку яких припадає більше 50 % від загальної кількості надходжень.

За 2009 рік обсяг реалізованої промислової продукції у діючих цінах Нікополя, склав більше 8 млрд гривень. Частка обсягу реалізації промислової продукції міста в обсязі реалізації області становить близько 8 %. Основною складовою частиною промисловості є металургія і обробка металів. На їх частку припадає 95,6 % від загального обсягу виробництва промислової продукції міста. На промислових підприємствах міста зайнято понад 19 тис. осіб, або 45 %

від загального числа працюючих (42 тис.). В 3 кілометрах на північ від міста розташований Нікопольський завод феросплавів (НЗФ), найбільший у Європі і другий у світі завод з виробництва марганцевих сплавів — продукції, застосовуваної як необхідний легіруючий елемент при виготовленні спеціальних сплавів в чорної і кольорової металургії і подальшого їх використання в різних виробничих галузях. На частку НЗФ припадає 11,5 % світового виробництва феросплавної продукції. У західній частині Нікополя розташовано ряд підприємств по виробництву труб, один з найбільших виробників трубної продукції Східної Європи. У 1999-2000 роках ВАТ «ПТЗ» був реорганізований в систему закритих акціонерних товариств (ЗАТ «Нікопольський завод нержавіючих труб», ЗАТ «Ютіст», ЗАТ НВО «Трубосталь» та інші). На сьогоднішній день ці підприємства є одними з найбільших у світі спеціалізованими структурами з випуску труб з корозійностійких нержавіючих сталей, призначених для використання в умовах широкого спектра корозійного середовища і температур в хімічній і нафтохімічній промисловості, атомній і тепловій енергетиці, а науково-виробниче об'єднання «Трубосталь» є найбільшим на Україні виробником елементів трубопроводів, крутозагнутих суцільнотягнутих відводів і центробіжнолитих сталевих труб широкого використання.

Найбільші підприємства міста:

- ПАТ „Нікопольський завод феросплавів“, (включаючи фабрику з виробництва трикотажу „Ніка“ і, що знаходиться на території ПАТ НЗФ, завод по виробництву металоконструкцій "Будконструкція").

Виробництво феросплавів (силікомарганець, феромарганець, феро

-

силіцій), електрофлюси, електродна маса, агломерат, граншлак, щебінь, трикотаж.

- ТОВ „ІНТЕРПАЙП НИКОТЪЮБ“». Виробництво безшовних бур-  
и-  
льних обсадних геологорозвідувальних, гарячедеформованих і нас-  
оснокомпресорних труб.
- ПРАТ «СЕНТРАВІС ПРОДАКШН ЮКРЕЙН». Виробництво коро-  
-зійностійких труб безшовних труб з жароміцних сплавів,  
безшовних гарячекатаних труб, сталевих труб для котельних  
установок, сталевих  
прямошовних електрозварних труб, холоднотягнутих труб високо  
ї точності тощо.
- ТОВ «Нікопольський завод сталевих труб „Ютіст“». Виробництв-  
о геологорозвідувальних, газонафтепроводних, насосно-  
компресорних труб і катаних труб для котлів високого тиску.
- ТОВ ВНЦ «Трубосталь». Виробництво центробіжнолитих труб,  
біметалічних втулок бурових насосів, холоднодеформованих без-  
шовних труб, елементів трубопроводів.
- ТОВ «ЗСК МастерПласт». Завод з виробництва світлопрозорих  
конструкцій, авторизований партнер RENAУ. Виробничі площі  
укомплектовані сучасними високотехнологічними автоматичними  
лініями. Обсяги виробництва  
(вікон/місяць): 15000. На ринку з 2002 р.
- ТОВ «Трубний завод „ВСМПО-АВІСМА“». Виробництво  
безшовних труб із сплавів титану.

- ПАТ «Нікопольський кранобудівний завод». Виробництво баштових кранів, кранів-маніпуляторів, запасних частин до баштових кранів, будівельних металоконструкцій, сталеве і чавунне литво, послуги з ремонту обладнання і хутрообробки.
- ТОВ «НикоТрэйд». Виробництво полімерних і металевих труб для використання у внутрішніх інженерних системах (автономне радіаторне опалення, підлогове опалення, системи сніготанення та підігріву поверхні, водопостачання) і зовнішніх мережах (газопроводи).
- ПАТ «Нікопольський завод трубопровідної арматури». Виробництво засувок, вантузів, затворів, клапанів, люків, споживчих товарів (лавки, дощоприймачі, решітки, пічне литво).
- ПОАО «Нікопольський завод залізобетонних конструкцій». Виробництво збірного залізобетону і стінових матеріалів[12].

Нікополь(рис.39) є найкращим представником для опису теплових аномалій в місті , тому що має найбільшу кількість виробництв важкої промисловості. Така кількість виробництв не могла не позначитись на виявлені теплових аномалій місті.



Рис.39. Супутниковий знімок міста Нікополь



Рис.40. Теплова аномалія міста Нікополь

Як і передбачувалось велика кількість теплових аномалій(ри.40) зосереджена майже по всій території міста і всі вони спостерігаються над великими підприємствами, які є гігантами своєї галузі в даній сфері промисловості.

Житлові райони міста аномалія майже не торкнулась, але зосередження підприємств в між житловою забудовою, погіршує стан екології та теплових аномалій в місті. На даній території відсутні будь які зелені насадження і це ще більше призводить до фатальних наслідків шаленого викиду тепла.

### 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 CO<sub>2</sub>, 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 slide\_4Convention 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.45. 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 (CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub>).

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 живої 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 CO<sub>2</sub>. 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].

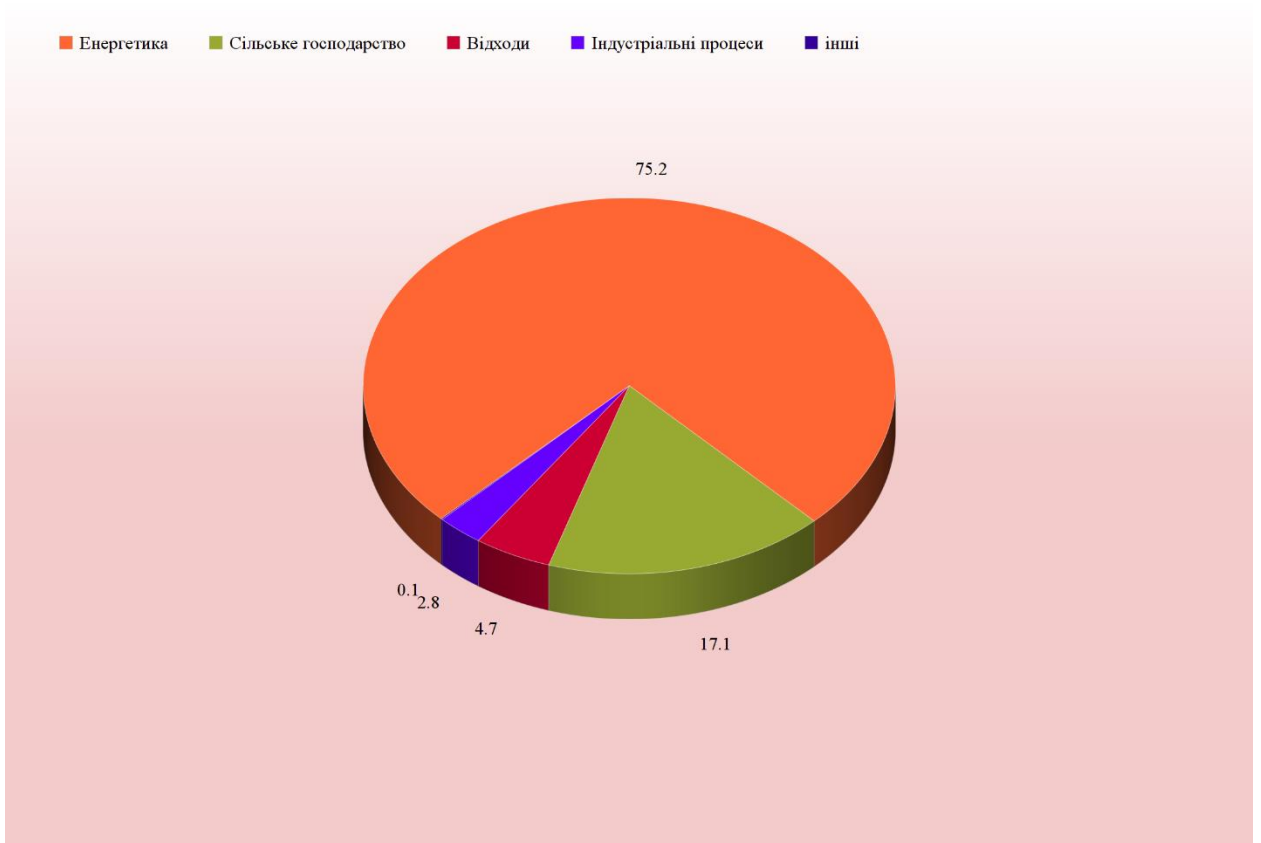


Рис.46. Емісія парникових газів по модулям

### 3.6 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

міста 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.47) - інший метод зменшення міського теплового острівної ефекту. Зелений rooftop - практика наявності рослинності на даху; як наявність дерев або саду. Заводи, які знаходяться на даху, збільшують альbedo, і зменшує міської теплової острівний ефект.



Рис.47. Приклад зеленого даху

Установка дерев навколо міста може бути іншим способом збільшити альbedo і зменшити міської теплової острівний ефект. Дерев поглинають вуглекислий газ і забезпечують відтінок. Рекомендується посадити листяні дерева, 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 виділяють 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. КОШТОРИС РОБІТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОСТРОВІВ ТЕПЛА

Метою даного розділу є економічне обґрунтування розробки магістерської роботи по дослідженню території за космічними знімками. Розрахунки проведені в таблицях 5.1 – 5.8.

Таблиця 5.1

Витрати по закупівлі технічних засобів

N з/п	Назва приладу	Кількість приладів	Витрати на одиницю /грн.	Загальна вартість
1.	Системний блок з інтегрованим мережним адаптером Internet, DVD-RW	4	5 000,00	20 000,00
2.	Монітор 19”	4	1 100,00	4 400,00
3.	Мережний лазерний принтер	1	3 436,00	3 436,00
4.	Джерела безперебійного живлення	4	1 584,00	6 336,00
5.	Загальні витрати по закупівлі технічних засобів			34 172,00

Таблиця 5.2

Витрати по закупівлі програмного забезпечення

N з/п	Програмний засіб	Кількість одиниць	Витрати на одиницю /грн.	Загальна вартість
1	2	3	4	5
1.	Windows 10 Professional	1	1745,00	1745,00
2.	Office 2010	1	3511,00	3511,00
3.	ArcGIS, ERDAS	1	14 000,00	14 000,00
4.	EMS SQL Manager for PostgreSQL	1	2 986,00	2 986,00

Таблиця 5.2

Продовження

1	2	3	4	5
5.	Загальні витрати по закупівлі програмного обладнання			22 242,00
6.	Загальні витрати по закупівлі програмного та технічного обладнання			56 414,00

Таблиця 5.3

Витрати на додаткові матеріали

N з/п	Найменування матеріалу	Кількість одиниць	Витрати на одиницю /грн.	Загальна вартість
1.	Папір А4 (пачка)	4	42,00	168,00
2.	Диск CD-RW	100	3.9	390,00
3.	Диск DVD -RW	15	23	345,00
4.	Картридж	1	290,00	290,00
5.	Канцтовари та інше	1	125,00	125,00
6.	Загальні витрати на додаткові матеріали			2416,00

Таблиця 5.4

Витрати на амортизацію комп'ютерної *техніки*

N з/п	Назва	Од.	К-сть	Ціна без ПДВ	Сума	Аморти- зація %	Сума
1.	Комп'ютер	шт	4	6 100,00	24 400,00	5	1220,00
2.	Джерела безперебійного живлення	шт	4	1 584,00	6 336,00	5	316,80
3.	Принтер	шт	1	3 436,00	3 436,00	5	171,80
Разом без ПДВ :							1708,60
ПДВ ( 20 % ) :							341,72
Всього з ПДВ :							2050,32

Таблиця 5.5

Витрати на амортизацію програмного забезпечення

N з/п	Назва	Од.	К-сть	Ціна без ПДВ	Сума	Аморти- зація %	Сума
1.	Windows 10	шт	1	1745,00	1745,00	10	174,50
2.	Office 20010	шт	1	3511,00	3511,00	10	351,10
3.	ArcGis	шт	1	14 000,00	6 336,00	8	1120,00

4.	EMS SQL Manager for PostgreSQL	шт	1	2 986,00	2 986,00	8	238,88
Разом без ПДВ :							1884,48
ПДВ ( 20 % ) :							376,9
Всього з ПДВ :							2261,38

*Витрати на заробітну плату.* Над проектом працюватиме чотири співробітника протягом шести місяців. Проведемо розрахунок заробітної плати, податків і загальнообов'язкових страхових внесків, що потрібно виплатити державі у таблиці 5.6 – 5.7. Розрахунок проведений для загальної системи оподаткування, згідно чинного законодавства України.

Таблиця 5.6.

## Витрати на заробітну плату

№ з/п	Ф.І.Б	Ставка	Утримання із зарплати					До видачі
			Пенсійний фонд (2%)	Фонд соцстраху(1%)	Фонд зайнятості(0,5%)	Податок з ФОП (22%)	Всього утримано	
1	Співробітник 1	5090,00	101	50.9	25.45	313,62	1272	3817
2	Співробітник 2	5090,00	101	50.9	25.45	225,81	1272	3817
3	Співробітник 3	5090,00	101	50.9	25.45	225,81	1272	3817
4	Співробітник 4	5090,00	101	50.9	25.45	225,81	1272	3817
Всього		20 360,00	404	236	103	991,05	1272	15 268

Таблиця 5.7.

Податки, які підприємство зобов'язане сплатити при нарахуванні та виплаті заробітної плати

База оподаткування	%	7 900,00
Пенсійний фонд	32,3	2551,70
Фонд соціального страхування	2,9	229,10
Фонд зайнятості	1,6	126,40
Фонд страхування від нещасного випадку	0,9	71,10
Комунальний податок 1,7*5		8,50
Всього		2986,80

Таблиця 5.8.

## Підсумки розрахунків по вартості створення БГД

№ з/п	Назва	Сума
1.	Витрати по закупівлі технічних засобів	34 172,00
2.	Витрати по закупівлі програмного забезпечення	22 242,00
3.	Витрати на додаткові матеріали	2416,00
4.	Амортизація комп'ютерної техніки	2050,32
5.	Амортизація програмного забезпечення	2261,38
6.	Загальна сума	63 141,70
7.	Інші витрати (5% від загальної суми)	3157,85
	Разом без ПДВ :	66 299,55
	ПДВ ( 20 % ) :	13 259,91
	Всього з ПДВ :	79 559,46

## ВИСНОВКИ

У данній випускній кваліфікаційній роботі було розглянуто поняття міських теплових островів та їх вплив на навколишнє середовище.

Острови тепла – це мікрокліматичні явища, викликані підвищенням температури у містах відносно прилеглих територій, внаслідок антропогенної діяльності.

Теплові острова призводять до:

- виникнення парникових ефектів
- ускладнення механізму перенесення забруднення
- зміни мікроклімату в містах та мегаполісах
- глобального потепління
- погіршення стану екології в цілому

В ході роботи були розглянуті міста України – Нікополь, Енергодар та Чернігів, для наглядності негативного впливу теплових островів на міське середовище було взято три міста з різними рівнями завантаженості промисловими підприємствами.

За допомогою програм ERDAS та ArcGis були досліджені дані території по космічним знімками Landsat-8. В результаті дішли висновку, що найскладніша екологічна ситуація є в містах Нікополь та Енергодар, так як там більше промислових підприємств. В Чернігові теплова аномалія менш виражена ніж в інших досліджувальних містах, що сприяє кращому екологічному становищу та потенційно є запорукою розвитку зеленого туризму на дестинації.

Для запобігання викидів тепла у містах необхідно займатися озелененням міст, збільшенням рекреаційних територій на державному та місцевому рівнях, будівництвом заводів з очищення повітря.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гарбук С. В. Космические методы дистанционного зондирования Земли /С. В. Гарбук, В. Е. Гершензон. —М.: Изд-во «А и Б», 1991—296 с.
2. Генике А. А. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применения в геодезии /А. А. Генике, Г. Г. Побединский. — М.: Картгеоцентр, 2004, —355 с.
3. Капралов Е.Г. Геоинформатика: учебник / Е.Г. Капралов, [и др.]; под ред. В.С. Тикунова. —М.: Издательский Центр «Академия» ,2005—480 с.
4. Капралов Е.Г. Основы геоинформатики : учеб. Пособие/ Е.Г. Капралов [и др.]; под ред. В.С. Тикунова — М.: Издательский центр «Академия», 2004— Кн. 1 - 252 с.; Кн. 2 – 480 с.
5. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений : Учеб. пособие. — М.: Логос,2001.
6. Киенко Ю.П. Основы космического природоведения: Учебник. — М.: Карто-центр-Геодезиздат, 1999.
7. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование: учеб. пособие — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. —119 с.
8. Конституція України
9. Королев Ю.К. Общая геоинформатика. — Ч. I: Теоретическая геоинформатика. Вып. 1. —М.: Дата+ ,1998.
10. Кошкарев А.В. Региональные геоинформационные системы / А.В. Кошкарев, В.П. Каракин. — М.: Наука, 1987.
11. Кравцова В.И. Космические методы картографирования / Под редак. Ю.Ф. Книжникова. —М.: Изд-во МГУ, 1995.
12. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв / Учеб. пособие. —

М.: Аспект Пресс, 2005.

13. Кронберг Л. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии. —М.: Мир,1988.
14. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование: учебник. —М.: Изд-во Моск.ун-та, 2-е издание, 2010.
15. Лурье И.К. Геоинформатика. Учебные геоинформационные системы: Учебно-метод. пособие. —М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. —140 с.
16. Малинников В.А., Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е. Мониторингприродной среды аэрокосмическими средствами. —М.: Изд-во Моск. ун-та. ,2009.
18. Митчелл Э. Руководство по Гис анализу. —Ч.1: Пространственные модели и взаимосвязи: Пер. с англ. —Киев: ЗАО ECOMM Co; Стилос, 2000. —198 с.