

УДК 504.064.3:(528.88:551.525.2+528.909477–250

Мониторинг формирования и развития “теплового острова” города Киева

А. Б. Крылова*

ГУ “Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины”, Киев, Украина

Для урбанизированных территорий характерно формирование так называемых “островов тепла”, связанных с перепадом приповерхностных температур между центром города и его периферией. Проведенный анализ космических данных позволяет дифференцировать городское тепловое поле и наметить проблемные, с экологической точки зрения, участки на карте города.

Ключевые слова: мониторинг, космическая съемка, тепловой остров, поверхностная температура, картографирование

© А. Б. Крылова. 2014

Введение

На данный момент для урбанизированных территорий характерно формирование так называемых “островов тепла”, связанных с перепадом приповерхностных температур между центром города и его периферией [7]. Уплотнение застройки и сокращение площади зеленых зон в центральной части города ведут к повышению приповерхностной температуры [6]. В то же время зеленые зоны являются стабилизирующим элементом теплового поля, над парковыми зонами воздух прогревается заметно меньше, чем над застроенными территориями, они не аккумулируют тепло как искусственные покрытия. С интенсивным строительством связано и т. н. “запечатывание” грунтов бетонным и асфальтовым покрытием, что препятствует естественному испарению и влагообмену. Также на формирование “тепловых островов” влияет высокая концентрация аэрозолей в атмосфере над крупными транспортными развязками, улицами с интенсивным движением и промышленными объектами. Все это ведет к ухудшению экологической обстановки и комфортного проживания городского населения.

Постановка задачи

Исследованию теплового поля урбанизированных территорий при помощи космических данных посвящено много работ [1–6]. Целью данной работы является разработка методики картографирования и мониторинга теплового поля урбанизированных территорий с последующим выделением экологически проблемных районов и участков городской среды.

Исходные материалы и методика исследования

Исходными данными служат материалы космической съемки спутников серии Landsat TM. В основу методики положена разработанная в ЦАКИЗ технология расчета температуры подстилающей поверхности по данным теплового диапазона (10,4–12,5 мкм) космической системы (КС) Landsat TM с оценкой коэффициента теплового излучения по нормализованному вегетационному индексу (NDVI) [1, 4]. Анализ результатов расчета температурного поля и его картографирование выполняются с помощью программного обеспечения ENVI и ГИС MapInfo. Космические снимки взяты из архива Геологической службы США (www.earthexplorer.usgs.gov). Данные по наземным наблюдениям температуры воздуха получены из архива метеостанции аэропорта Жуляны.

Результаты

Обработка и анализ данных космической съемки показали, что в районах с густой застройкой и промзонах наблюдается более высокая поверхностная температура, чем в спальных районах с зелеными зонами [2]. Минимальная поверхностная температура наблюдается над парковыми и лесопарковыми зонами, где практически нет искусственных покрытий и никакие факторы не мешают естественному испарению и влагообмену почв. Аномально высокая приповерхностная температура наблюдается над крупными транспортными развязками, а также основными проспектами и трассами с оживленным автомобильным движением (рис. 1). При этом средняя температура, полученная по наземным метеоанализам на момент съемки, приблизительно соответствует тепловому полю над зелеными зонами, спальными районами с умеренной зас-

*e-mail: a.krylova@casre.kiev.ua

тройкой и зелеными придомовыми территориями. В то же время, температурные максимумы по данным анализа космической съемки значительно превышают максимальные значения температуры, полученные по наземным метеоданным день съемки (табл.). Полученные в результате анализа космических данных температурные максимумы указывают на участки с напряженной экологической обстановкой.

Таблица

Температура за период с 2 ч. 00 мин. до 23 ч. 00 мин 29.05.2011 г.

Значение	Температура °С по данным наземных метеонаблюдений	Температура °С, полученная в результате анализа данных космической съемки
Минимальное	13,6	11
Среднее	20,5	35
Максимальное	25,7	59
На момент съемки	23,2	

В качестве полигонов для мониторинга теплового поля были выбраны две территории, которые соответствовали определенным параметрам:

1. наличие “зеленой зоны” (парка, сквера);
2. наличие транспортных развязок, проспектов, трасс с оживленным движением;
3. наличие современной застройки.

В соответствии с этими параметрами было отобрано два полигона для мониторинга тепловых полей.

Первый полигон — это Голосеевский парк с прилегающими территориями. Данная территория интересна для исследований теплового поля наличием обширной зеленой зоны, в которую «врезается» городская застройка, а также наличием с северной стороны проспекта с оживленным движением и транспортными развязками (рис. 2).

Второй район это историческая часть города Киева (улица Воздвиженская). До двухтысячных годов здесь была старая малоэтажная застройка с большим количеством зеленых насаждений практически без искусственного покрытия. В двухтысячных годах улица была полностью застроена современными зданиями. Грунты практически полностью запечатаны искусственным покрытием (брусчаткой). Зеленые насаждения не сохранились (рис. 3).

Антропогенное вмешательство в первую очередь влияет на формирование тепловых аномалий [3]. Это особенно ярко выражается в городах с плотной застройкой и минимальным количеством зеленых зон. Как видно на рис. 2, парковые зоны выделяются зоной «низких температур» в то время как объекты застройки, которые «врезаются» в зеленую зону сразу выделяются аномальным повышением температуры. В тоже время парковая зона снижает общую температуру и создает внутренний микроклимат района, создавая более

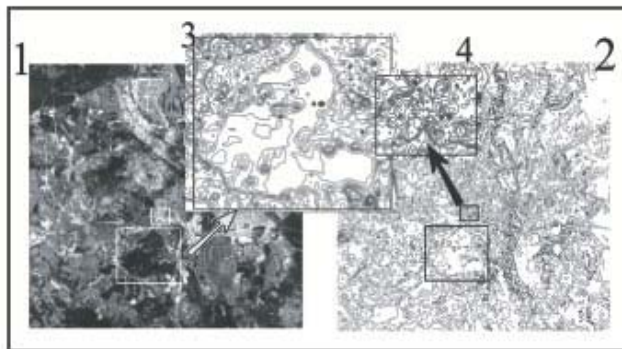


Рис. 1. Пример картографирования теплового поля поверхности в южной части г. Киева. КС Landsat 5 TM 29.05.2011.

1 — тепловое поле изображено при помощи градиента “от черного до белого” (черный — мин. значения, белый — макс. значения); 2 — тепловое поле показано при помощи изолиний; 3 — увеличенный фрагмент теплового поля над Голосеевским парком; 4 — увеличенный фрагмент теплового поля над Московской площадью

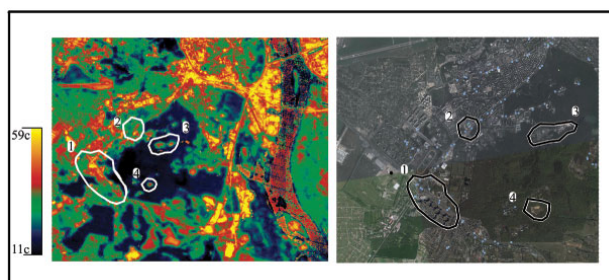


Рис. 2. Сопоставление теплового поля и подстилающей поверхности в южной части г. Киева. КС Landsat 5 TM 29.05.2011 и фрагмент снимка Google 2011 год (слева — тепловое поле, показанное при помощи градиента “от черного — до желтого”; справа — фрагмент снимка Google).

1 — перекресток Окружной и просп. Академика Глушкова, современная высотная застройка; 2 — площадь возле метро “Васильковская”, перекресток ул. Васильковской и просп. Академика Глушкова; 3 — монастырь “Свято-Покровская Голосеевская пустынь”; 4 — “Больница будущего”, недостроенный объект

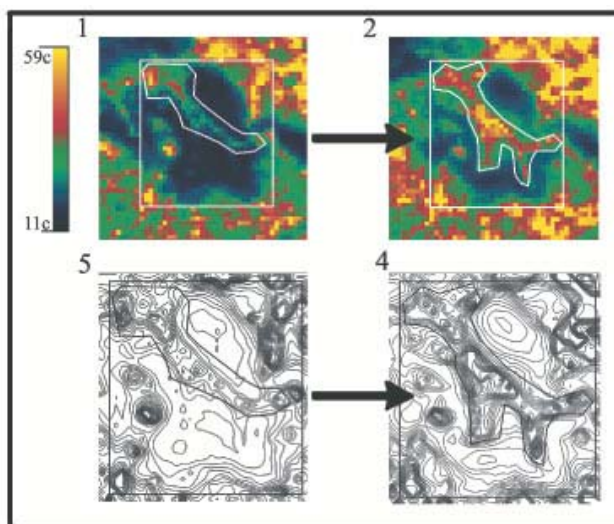


Рис. 3. Мониторинг теплового поля исторической части Киева (ул. Воздвиженская).

Тепловое поле, показанное при помощи градиента “от черного — до желтого”: 1 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 4 TM 01.06.1992; 2 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 5 TM 29.05.2011. Тепловое поле, показанное при помощи изолиний (сечение рельефа 1°С); 3 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 4 TM 01.06.1992; 4 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 5 TM 29.05.2011.

комфортные условия проживания в близлежащих городских кварталах.

Мониторинг улицы Воздвиженской проводился по материалам КС Landsat с 1992 по 2011 гг. Объем статьи не позволяет рассмотреть полный набор космических данных. Поэтому для наглядности приводятся космические данные Landsat 4 TM (01.06.1992) и Landsat 5 TM (29.05.2011). По результатам проведенного анализа видно (рис. 3), что после полной застройки ул. Воздвиженской над ней сформировалась четко выделяемая по материалам КС тепловая аномалия. Данная тепловая аномалия влияет также и на близлежащие территории. Поскольку улица Воздвиженская находится в непосредственной близости от буферной зоны заповедника “София Киевская”, то тепловая аномалия оказывает губительное влияние на исторический объект.

Таким образом, анализ космических данных позволяет дифференцировать городское тепловое поле и наметить проблемные, с экологической точки зрения, участки на карте города.

Литература

1. Балдина Е. А. Исследование “теплового острова” Москвы по разнотемпературным снимкам Landsat 7 ETM+ / Е. А. Балдина, М. Ю. Грищенко // Геоинформатика, 2011. — №3. — С. 62–70.
2. Бусыгин Б. С. Геоинформационная технология температурного картографирования городов по данным космических съемок / Б. С. Бусыгин, И. Н. Гаркуша // GeoInformatics, 2012. — 14 May. Режим доступа: <http://www.earthdoc.org/publication/>
3. Горный В. И. Дистанционный измерительный мониторинг теплотерь городских и промышленных агломераций (на примере Санкт-Петербурга и Хельсинки) / В. И. Горный, С. Г. Крицук, И. Ш. Латыпов [и др.] // Теплоэффективные технологии. Информационный бюллетень, 1997. — №2. — С. 17–23.
4. Грищенко М. Ю. Применение тепловых снимков системы ETM+ для изучения теплового острова Москвы / М. Ю. Грищенко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. — Т. 9. — № 4. — С. 95–101
5. Лялько В. И. Тепломассоперенос в литосфере / В. И. Лялько. — К.: Наукова думка, 1985. — 260 с.
6. Шевченко О. Г. Температурні аномалії великого міста / О. Г. Шевченко, С. І Сніжко, Є. В. Самчук // Український гідрометеорологічний журнал, 2011. — К.: №8. — С. 67–73
7. The UHI project. Central Europe Programme. Режим доступа: <http://www.eu-uhi.eu/>

МОНІТОРИНГ ФОРМУВАННЯ І РОЗВИТКУ “ТЕПЛОГО ОСТРОВА” МІСТА КИЄВА

Г. Б. Крылова

Для урбанізованих територій характерне формування, так званих “островів тепла”, пов’язаних з перепадом приповерхневих температур між центром міста і його периферією. Проведений аналіз космічних даних дозволяє диференціювати міське теплове поле і намітити проблемні, з екологічної точки зору, ділянки на карті міста.

Ключові слова: моніторинг, космічна зйомка, теплові острови, поверхнева температура, картографування

MONITORING OF THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF “HEAT ISLAND” IN KIEV

H. B. Krylova

For urban areas characterized by the formation of so-called “heat islands” associated with a difference in surface temperature between the center of the city and its periphery. The analysis of spatial data allows to differentiate urban thermal field and identify the problem, from an environmental point of view, land on the city map.

Keywords: monitoring, satellite imagery, heat island, the surface temperature mapping