

А.А. Волчек, доктор географических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии Брестского государственного технического университета,

О.П. Мешик, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой природообустройства Брестского государственного технического университета,

А.О. Мешик, магистрант Брестского государственного технического университета

ОЦЕНКА ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Работа посвящена использованию методов дистанционного зондирования в оценке тепловой нагрузки городских ландшафтов. Выявлены основные тепловые аномалии г. Бреста.

ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

Начиная с постиндустриальной эпохи, во всём мире происходит стремительный рост урбанизации. Естественные ландшафты и экосистемы превращаются в освоенные человеком, застроенные территории, объектами которых являются искусственно созданные элементы: здания, сооружения, дороги, паркинги и т.д. Как правило, такие объекты являются аккумуляторами тепла, имеет малую отражательную способность.

Изменения тепловой нагрузки в городской среде можно контролировать качественно и количественно при помощи инновационных технологий, таких как дистанционное зондирование территории. Агентство NASA предоставляет в открытом доступе снимки территорий, полученные при помощи спутников, для детальной оценки ландшафтов, включая урбанизированные территории. В качестве подосновы нами были использованы данные каналов снимков спутника Landsat 8 (действующего с 2013 г. и по настоящее время). Данный спутник получает снимки в видимом, ближнем и дальнем ИК диапазоне волн с разрешением 15-30-100 м на точку. Сенсоры OLI и TIRS имеют высокое отношение сигнал/шум (SNR) и позволяют снимать до 12 бит на точку [1].

Цифровые данные, полученные при помощи снимков Landsat 8, требуют дешифрования при помощи специализированного программно-аппаратного обеспечения, например, ESRI ArcGis Pro. Снимки Landsat 8 обладают диапазоном в 11 каналов, которые можно комбинировать между собой [2]. Для территории г. Бреста нами применены следующие индексы для визуализации различных объектов: NDVI (нормализованный вегетационный индекс), MNDWI (модифицированный стандартизированный индекс различий воды), NDBI (стандартизированный индекс различий застройки).

Рисунки 1–3 контрастируют объекты, имеющие различное альbedo, что, в итоге, дает возможность оценить теплосодержание поверхности. Рисунок 1 и индекс NDVI дают возможность дифференцировать растительность на древесную (хвойную и лиственную), кустарниковую и травянистую. Водные объекты (рисунок 2) имеют наибольшую контрастность в случае различий температур воды и окружающих объектов. По длине реки Мухавец можно оценить ее тепловое загрязнение, например, ниже ТЭЦ. Самые яркие – промышленные объекты и городская застройка (рисунок 3), выделяющие тепло в атмосферу и позволяющие выявить тепловые аномалии города.

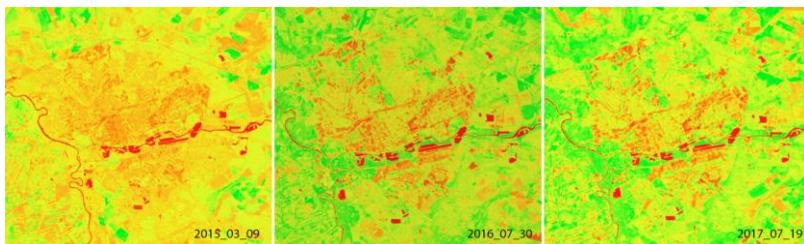


Рис. 1. Карты визуализации индекса NDVI в г. Бресте за весенне-летний период 2015-2017 гг. (ярко-зелёным оттенком отображена растительность)



Рис. 2. Карты визуализации индекса MNDWI в г. Бресте за весенне-летний период 2015-2017 гг. (контрастно подчеркнута площадь городской акватории)

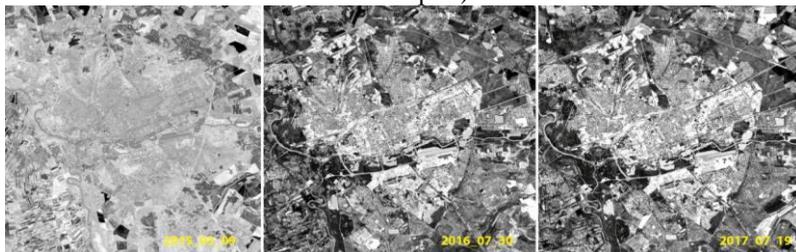


Рис. 3. Карты визуализации индекса NDBI в г. Бресте за весенне-летний период 2015-2017 гг. (контрастно выделяются объекты промышленного и гражданского строительства, транспортные коммуникации)

Городскому микроклимату г. Бреста, как крупному урбанизационному образованию, характерен перепад средних температур на 1-2 °С, по сравнению с сельской местностью, в весенне-летний период. На материалах геоснимков NASA нами выявлены основные проблемные места в пределах территории г. Бреста и окрестностей и проведен анализ динамики тепловых аномалий, при этом использованы данные спектрального канала 10 с длиной волны 10,3-11,3 мкм. Исходные данные представляются в виде изображений в калиброванных цифровых значениях DN (digital numbers), их необходимо переводить в значения по градусам Цельсия. Коррекция материалов производилась на базе программного обеспечения ESRI ArcGis Pro.

Данные проведенных расчётов были получены в виде тепловых карт г. Бреста (рисунок 4), подробный анализ которых показал наиболее тёплые участки в пределах городской территории.

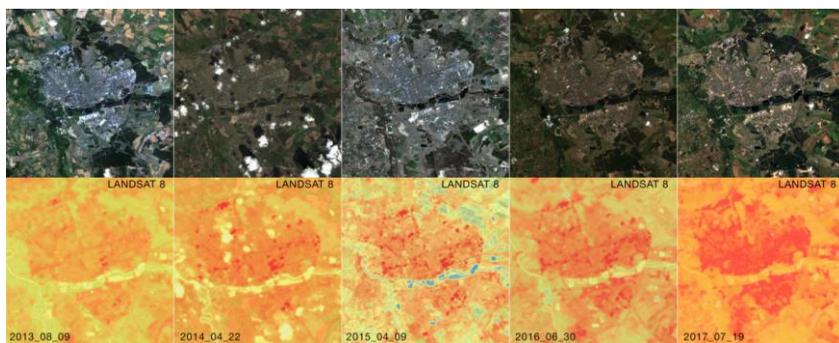


Рис. 4. Карты динамики изменения температуры подстилающей поверхности в г. Бресте за весенне-летний период 2013-2017 гг.

Таковыми участками являются кварталы, окружающие градообразующую ул. Московскую, а также с развитием города в юго-западном направлении, подобные центры выделились и в заречных микрорайонах (рисунок 5). Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что городские температурные аномалии сосредоточены в месте расположения существующих и бывших производственных территорий, гаражных кооперативов и складских зон. Ярко-красным цветом выделены наиболее значимые из них. Карты доказывают, что основными источниками теплового загрязнения являются именно промышленные производства. Ориентировочная площадь территории, занимаемая ярко выраженными тепловыми аномалиями составляет около 8–10 % от площади городской застройки.

В восточном направлении выделяется тепловая аномалия по ул. Московской на территории электромеханического завода. Данная территория и ее окружение характеризуется очень малой площадью зелёных насаждений. Большую площадь территории промышленной зоны занимают бытовые корпуса.

последовательную информацию за многолетний период, благодаря непрерывному функционированию, таким образом позволяя выявить направление и динамику изменений, существующих в городской среде.

Таблица Максимальные температурные показатели в точках тепловых аномалий г. Бреста

Дата	Температура, °С
2013.08.09	42,6
2014.04.22	42,5
2015.04.09	36,5
2016.06.30	34,7
2017.07.19	43,9

Проведённые расчёты позволяют провести комплексную оценку эффективности мероприятий, направленных на повышение уровня человеческого комфорта. Полученные результаты показали, что основной путь снижения температурных негативных явлений заключается в изменении функционального зонирования территории и изменении площади искусственных подстилающих поверхностей. Одним из способов может стать увеличение доли покрытий, обладающих повышенным альбедо, например, светлые строительные материалы, светлый асфальт и тротуары. Также следует стремиться к уравниванию площади зелёных зон и искусственных поверхностей.

Однако это не всегда осуществимо в виду уже сложившейся планировки и высокой плотности застройки. Тогда «оздоровлению» территории также может способствовать применение зелёных кровель и фасадов, что позволит регулировать температурный режим в течение всего вегетационного периода растений в тёплое время года.

Список источников

1. Landsat Data Continuity Mission // U.S. Geological Survey [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://pubs.usgs.gov/fs/2012/3066/fs2012-3066.pdf>. – Дата доступа: 14.03.2018.
2. Галерея индексов // ArcGis Pro [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/data/imagery/indices-gallery.htm>. – Дата доступа: 12.03.2018.