

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Енуковой Евгении Александровны
«Городские «острова тепла» в поле температуры поверхности
по данным космических снимков», представленной на соискание ученой степени
кандидата географических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология**

Работа Енуковой Евгении Александровны посвящена изучению городских «островов тепла» в поле температуры поверхности Земли на примере Москвы и других населенных пунктов с использованием данных тепловых космических снимков. Актуальность темы не вызывает сомнений: и в России, и за рубежом проблемы городской климатологии вызывают все больший научный и общественный интерес на фоне, с одной стороны, современных тенденций урбанизации и потепления климата, с другой – растущих запросов населения на комфортную и безопасную городскую среду. Начиная с первого описания эффекта городского острова тепла (ГОТ) сэром Люком Говардом по данным выполняемых им метеорологических наблюдений в Лондоне в 1833 году, исследования этого эффекта традиционно опираются на данные метеорологических наблюдений за температурой приземного воздуха. При этом перманентной проблемой городской климатологии является дефицит репрезентативных наблюдений в черте города. Стремительное развитие технологий дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) в последние годы открывает широкие возможности для исследования городских температурных аномалий по данным тепловой космической съемки. Важно сразу оговориться, что по данным ДЗЗ возможно исследование так называемого поверхностного ГОТ – городской аномалии в поле температуры поверхности, пространственно-временная изменчивость которой заметно отличается от «классического», ощущаемого человеком ГОТ в поле температуры приземного воздуха, что, впрочем, справедливо отмечается Соискателем в работе, начиная с ее названия.

В зарубежных исследованиях в области городской климатологии в последнее десятилетие наблюдается взрывной рост количества работ, посвященных изучению всевозможных аспектов поверхностных островов тепла по данным ДЗЗ. В то же время в работах российских авторов столь стремительного роста популярности подобных исследований не прослеживается. Особенности поверхностных ГОТ российских городов с их уникальными (относительно наиболее изученных городов Западной Европы, США и Азии) особенностями климата и застройки остаются слабо изученными. Говорить о недостаточной изученности поверхностного ГОТ можно и для Москвы – крупнейшего мегаполиса России и Европы, в силу географического положения представляющего собой уникальную тестовую площадку по исследованию городских погодно-климатических аномалий. Несмотря на обилие опубликованных в последние годы работ российских авторов про ГОТ Москвы, большинство из них опираются на данные метеорологических наблюдений или моделирования, а немногие работы с использованием данных ДЗЗ оперируют небольшими выборками космических снимков для отдельных дней или сезонов. Отличительной работой Евгении Александровны

является использование впечатляющей выборки тепловых космических снимков за 20 лет. Насколько известно автору отзыва, исследований поверхностного ГОТ по столь большой выборке данных не проводилось ни для одного российского города, да и в зарубежной практике подобные исследования довольно редки, что определяет безусловную научную новизну работы. Другим важным достоинством работы является комплексный, разносторонний анализ собранных данных.

В то же время, к работе имеется и ряд замечаний:

1. В рамках обзора литературы справедливо уделено значительное внимание исследованиям поверхностного острова тепла по данным ДЗЗ. В то же время, в рамках обзора литературы практически не проработан вопрос изученности основного объекта исследований – Московской агломерации – с позиции городской климатологии. В том числе практически не рассмотрены предшествующие исследования ГОТ Москвы. Фрагментарно упоминаются лишь некоторые работы, посвящённые исследованию поверхностного ГОТ Москвы по спутниковым данным. Многочисленные работы последних лет, посвящённые изучению ГОТ Москвы в поле температуры воздуха по данным метеорологических наблюдений и моделирования в рамках обзора литературы вовсе не рассмотрены.

2. Большое удивление вызывает использование исключительно снимков MODIS за дневные сроки. Одним из главных достоинств снимков низкого разрешения MODIS по сравнению со снимками высокого разрешения Landsat является именно наличие снимков за ночные сроки, что особенно ценно в контексте исследований эффекта ГОТ с его ярко выраженным суточным ходом. Анализ и сравнению поверхностного ГОТ в контрастных ночных и дневных условиях по данным MODIS посвящено большое количество работ для различных городов мира, в том числе глобальные исследования для сотен городов. Соискатель объясняет неиспользование ночных снимков их низким качеством ввиду нахождения Москвы на краю полосы сканирования. Такой аргумент звучит неубедительно с учетом опыта использования ночных снимков MODIS в предшествующих исследованиях поверхностного ГОТ Москвы, в том числе в статье автора данного отзыва «Simultaneous assessment of the summer urban heat island in Moscow megacity based on in situ observations, thermal satellite images and mesoscale modeling» (GES, 2019), в которой характеристики ночного ГОТ по данным MODIS сравнивались с данными наблюдений и результатами мезомоделирования, и было показано разумное согласие между всеми этими источниками данных.

3. В современных исследованиях поверхностного ГОТ по спутниковым данным большое внимание уделяется методу формирования фоновой выборки пикселей, относительно которой определяется городская аномалия температуры. Широко используются подходы, опирающиеся на выделение буферных зон вокруг урбанизированных территорий с привлечением данных о типах земельного покрова, например метод SUE (simplified urban-extent) из статьи T. Chakraborty, X. Lee “A simplified urban-extent algorithm to characterize surface urban heat islands on a global scale and examine vegetation control on their spatiotemporal variability” (Int J Appl Earth Obs Geoinformation, 2019). В работе Соискателя подобные подходы на основе буферных зон даже не упоминаются, а используемые подходы представляются чрезмерно упрощёнными. Выборки городских и фоновых пикселей определяются Соискателем по

принципу нахождения в пределах административных границ регионов (Москвы и Московской области) или прямоугольных области. Во всех этих обе выборки пикселей включают и городские, и естественные ландшафты в различных пропорциях, что может существенно искажать оценку температурных аномалий урбанизированных территорий. Например, территория вне административных границ Москвы и в пределах Московской области включает множество городов, в том числе достаточно крупных, которые следовало бы исключить при оценке ГОТ Москвы. Вопрос метода выбора фоновых условий при оценке поверхностного ГОТ особо актуален для малых городов, рассматриваемых в Главе 4, однако из работы не понятно, какой подход применяется для оценки их ГОТ.

4. Вызывает вопросы методика классификации типов городской поверхности Москвы, используемая в главе 3. Не указано, на основе каких данных получена используемая карта типов поверхности (рис. 5). Соискатель пишет про использование 1-го и 6-го типов по классификации локальных климатических зон (ЛКЗ), что вызывает недоумение: 1-й тип ЛКЗ в Москве представлен только территорией Москва-Сити, 6-й – малоэтажной застройкой (коттеджи, таунхаусы), которая внутри «старых» границ Москвы представлена достаточно редко. Непонятно, по какому принципу в единую «зону плотной застройки» на рис. 5 объединены столь разные типы городской среды, включая плотную, слабо озеленённую мало- и среднеэтажную застройку исторического центра Москвы; многие промзоны; высотную, но озеленённую застройку части «спальных» районов; а другие же схожие по застройке «спальные» районы (например, Митино) в эту зону не включены.

5. Разделы, посвященные Московскому региону, несмотря на относящиеся к ним замечания, органично дополняют друг друга, производя впечатление разностороннего, но при этом целостного исследования. Однако глава 5, посвященная поверхностному ГОТ городов Индии, производит впечатление лишней и выбивающейся из общей логики исследования. В чем смысл сравнения рассмотрения в дополнении к Московскому региону именно индийских городов, драматически отличающихся и по климату, и по типам городской застройки и окружающих природных ландшафтов, не понятно. Системного сравнения характеристик температурных аномалий Москвы и этих городов в главе 5 не приводится, вывод об «острове холода» для озеленённых тропических городов, окружённых семиаридными ландшафтами, представляется тривиальным. Показательно, что материалы главы 5 никак не отражены в защищаемых положениях. По мнению автора отзыва, эту главу можно было бы вовсе не включать в работу без потери ее интегрального качества.

6. В выводах отмечается, что средняя многолетняя интенсивность поверхностного ГОТ Москвы меняется от -3.2 до 7.7 °C. Вызывает интерес вопрос о том, в каких условиях средняя по городу температура поверхности оказывается на целых 3 °C ниже средней по обширной окружающей области, то есть формируется ярко выраженный остров холода, который по другим исследованиям для Москвы не отмечался. Жалко, что в работе этот интересный эффект не анализируется.

7. Огорчает некоторая небрежность оформления картографического материала: некоторые карты построены в искажающей форму города проекции, на других из-за низкого разрешения рисунков размыты и плохо читаются цифры и подписи.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.21 геоэкология (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Енукова Евгения Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21 геоэкология.

Я, Варенцов Михаил Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории суперкомпьютерного моделирования природно-климатических процессов Научно-исследовательского вычислительного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»

Варенцов Михаил Иванович

13.05.2025

Контактные данные:

Тел. +7 495 939-5424, e-mail: mikhail.varentsov@srcc.msu.ru

Ленинские Горы ул., д.1, стр.4, Москва, 119234

Специальность, по которой защищена диссертация: 25.00.30 - Метеорология, климатология, агрометеорология

Адрес места работы: 119234, Ленинские Горы ул., д.1, стр.4, НИВЦ МГУ

Тел.: +7 495 939-5424; e-mail: mikhail.varentsov@srcc.msu.ru

Подпись сотрудника Научно-исследовательского вычислительного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» удостоверяю:

13.05.2025

ФИО

Подпись  *зверено*





НАЧАЛЬНИК ОК
РЯБОТА Е.А.