



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ  
НОЦ «ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»  
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ РАН  
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

HERZEN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF RUSSIA  
FACULTY OF GEOGRAPHY  
REC «ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT»  
LIMNOLOGY INSTITUTE OF RAS  
RUSSIAN GEOGRAPHIC SOCIETY

**География:  
развитие науки и образования  
Geography: Development of  
Science and Education**

**I**

Сборник статей  
по материалам ежегодной международной научно-практической  
конференции LXXIV Герценовские чтения 21–23 апреля 2021 года

Collection of articles  
on the materials of Scientific-Practical Conference  
LXXIV Herzen readings 21–23 April 2021

Санкт-Петербург  
2021

УДК 911.5

Печатается по решению Совета факультета  
географии РГПУ им. А.И. Герцена

Рецензенты:

*Д.В. Севастьянов, Ал.А. Григорьев*

Ответственные редакторы:

*С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина*

Редакционная коллегия:

*Д.А. Гдалин, Ю.Н. Гладкий, С.В. Ильинский, В.Ф. Куликов, С.И. Махов, Л.Г. Мачавариани,  
В.Г. Мосин, Е.М. Нестеров, Л.А. Пестрякова, В.Д. Сухоруков*

Техническое редактирование:

*А.С. Баранов, М.А. Бахир, В.В. Брылкин, И.М. Греков, П.И. Егоров, Ю.А. Кублицкий,  
Р.В. Паранин, А.Н. Паранина*

**Г35 География: развитие науки и образования. Том I.** Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 21–23 апреля 2021 года / Отв. ред. С. И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2021. — 436 с.

**Г35 Geography: development of science and education. Part I.** Collection of articles on materials of the scientific and practical conference LXXIV Gertsenovskiy readings, St. Petersburg, RSPU of A.I. Herzen, on April 21–23, 2021 / by ed. S.I. Bogdanov, D.A. Subetto, A.N. Paraniina. — St. Petersburg: Publ. house of Herzen State Pedagogical University of Russia, 2021. — 436 p.

Сборник статей «География: развитие науки и образования» отражает результаты работы научно-практической конференции 74 Герценовские чтения 21–23 апреля 2021 года.

Материалы сгруппированы в два тома. Том I включает главы: 1. Учитель географии и развитие общества, 2. Физическая география: направления, методы и междисциплинарные исследования, 3. Полярные исследования и пути освоения Арктики и Антарктики, 4. Современные проблемы теоретической и прикладной лимнологии и гидрологии, 5. Изучение меромиктических озер России, 6. Эволюционная география, ритмика процессов и явлений, 7. Историческая география. Том II включает главы: 1. Геоэкология, природопользование и охрана окружающей среды, 2. Социально-экономические системы и географические аспекты глобализации, 3. Развитие географического образования, 4. Регионоведение, краеведение, туризм, природное и культурное наследие.

*Материалы публикуются в авторской редакции*

Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена

ISBN 978-5-8064-3043-5 (общий)

ISBN 978-5-8064-3044-2 (1 том)

© Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2021

© Институт озероведения РАН, 2021

© РГО, 2021

© Авторы статей, 2021

© О.В. Гирдова, обложка, 2021

<i>Иванова В.В., Тюрин С.В.</i>	Выявление и анализ длиннопериодических движений постоянно действующих базовых станций ГНСС.....	100
<i>Иванова Ю.Р., Скок Н.В.</i>	Исследование ландшафтов особо охраняемых природных территорий фенологическими методами.....	104
<i>Каган М.Б., Позднякова Н.А.</i>	Использование тепловых каналов landsat 8 для измерения температуры городов на примере Санкт-Петербурга.....	108
<i>Кондратов Н.А.</i>	Стратегические направления развития гидрометеорологии и смежных наук в России.....	112
<i>Куликов В.Ф., Шелухина О.А.</i>	Влияние климатических процессов на развитие криолитозоны п-ва Ямал.....	117
<i>Магрицкий Д.В.</i>	Проблемы обеспечения гидрологической информацией научно-прикладной деятельности и предложения по их решению на примере северо-востока АТР..	123
<i>Макунина Г.С.</i>	К проблеме геохимического изучения криогенных процессов в мерзлотных ландшафтах.....	128
<i>Масликова О.Я., Грицук И.И., Ионов Д.Н.</i>	Исследование особенностей русловой эрозии на меандрирующих реках криолитозоны.....	133
<i>Михневич Г.С., Кречик В.А., Крек А.В., Данченков А.Р.</i>	Влияние субмаринной разгрузки подземных вод на формирование морских экосистем.....	138
<i>Павловский А.А., Шамишурин В.И.</i>	О климатическом обосновании планирования приморских территорий Санкт-Петербурга.....	143
<i>Потахин М.С. Толстиков А.В., Богданова М.С., Георгиев А.П., Георгиевский И.Ю., Потахин С.Б.</i>	Изучение водопадов европейского севера России экспедицией отделения русского географического общества в Республике Карелия.....	148
<i>Пятов И.М., Анохин В.М.</i>	Использование методов кластерного анализа для изучения закономерностей распространения тяжелой фракции отложений береговой зоны Ладожского озера	153
<i>Репкина Т.Ю., Романенко Ф.А., Луговой Н.Н., Гуринов А.Л.</i>	Антропогенная трансформация эолового морфолитогенеза на берегах Белого моря	158
<i>Репкина Т.Ю., Яковлева А.П., Леонтьев П.А., Зарецкая Н.Е., Беличенко А.Е.</i>	Морфодинамика берегов Онежского залива Белого моря в голоцене (окрестности с. Пурнема).....	163
<i>Санникова А.Б.</i>	Эколого-геохимические изменения ландшафтов юга Краснодарского края.....	168
<i>Сафина Г.Р., Федорова В.А.</i>	Городские неудобья: территориальный резерв, классификация, подходы использования.....	173
<i>Сидорчук А.Ю.</i>	Овражная эрозия в бассейнах рек Се-яха и Надуй-яха на полуострове Ямал.....	178
<i>Толстиков А.В., Галахина Н.Е., Белевич Т.А., Здоровеннов Р.Э., Георгиев А.П.</i>	Комплексные исследования устьевых областей рек Кемь и Нижний Выг в июле 2020 года.....	182
<i>Трофимова Е.В., Трофимов Ф.Ф.</i>	Оледенение пещер Амуро-Сахалинской страны.....	187

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ КАНАЛОВ LANDSAT 8 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ САНКТ- ПЕТЕРБУРГА

М.Б. Каган<sup>1</sup>, Н.А. Позднякова<sup>2</sup>

СПбГУ, г. Санкт-Петербург, <sup>1</sup> st061179@student.spbu.ru, <sup>2</sup> n.pozdnyakova@spbu.ru

## USAGE OF LANDSAT 8 THERMAL BANDS FOR URBAN TEMPERATURE MEASUREMENTS ON THE EXAMPLE OF SAINT PETERSBURG

M.B. Kagan, N.A. Pozdnyakova

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

**Аннотация.** В данной статье показываются перспективы применения данных дистанционного зондирования при мониторинге островов тепла городов на примере Санкт-Петербурга. Расширение города приводит к застройке новых территории, уплотнению других земель, часто за счет зеленых насаждений, лесных массивов, сельскохозяйственных угодий, заменяя на асфальтовое покрытие, бетон и другие материалы, которые накапливают больше количество тепла, тем самым увеличивая температуру поверхности земли, которая и так повышена за счет уже существующей застройки.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, космические снимки, острова тепла.

### Введение

Города развивались и расширялись на всем протяжении человечества, но в прошлом веке началось стремительное расширение территории, которое имеет тенденцию продолжаться и в наши дни. На начало 20 века в городах проживало примерно 15%, но к 2000 году составляла 47%, а к 2014 году 54% и по прогнозам на 2030 год ожидается свыше 60%. Ученые выделяют для роста городов понятие урбанизации. Это процесс роста городов и повышение их роли в обществе, протекающий в мировых масштабах. К урбанизации относится миграция населения из сельской местности в городскую в поисках работы. Это не только рост городов, но и процесс объединения городов между собой, который называется агломерацией.

Урбанизация порождает повышение температуры в городах, тем самым приводя к появлению новых островов тепла. Это городская территория, над которой значительно теплее, чем в сельской местности. Впервые эффект открыл Люк Говард в Лондоне. Он измерял температуру в сельской и городской местности. Оказалось, что в городах более теплее, особенно в ночное время [6]. Связано с тем, что здания, асфальтовые покрытия начинают переизлучать накопленное за день тепло. В основе повышения тепла лежит маленький процент озеленения и водной поверхности, которая могла бы охлаждать близлежащие территории [1].

Наблюдается изменение климата с повышением температур за счет парникового эффекта, но это не обходит и города, где наблюдаются острова тепла, в которых еще увеличивается температура. И это негативно влияет на психологическое и физиологическое здоровье горожан таким заболеваниями как сердечно-сосудистые, респираторные, неврологические и другие [4].

Во многих городах проводят исследования по снижению температуры. Например, в Париже в 2003 году была высокая смертность населения от

прихода тепла. И после такого неприятного события, власти начали озеленять улицы, устанавливать фонтаны, которые могли бы давать прохладу горожанам в очень жаркие дни.

### Регион исследований, объекты и методы

Санкт-Петербург располагается на северо-западе России и занимает площадь в 1439 км<sup>2</sup>, из которой сплошная застройка составляет 650 км<sup>2</sup>. Координаты центра — 59°57' с.ш. 30°19' в.д. По агломерации Санкт – Петербург занимает 73 место в мире с населением 5126 тыс. чел по данным на 2015 год. В 2020 году уже составило 5398 тыс.чел.[2]. Происходит прирост людей, который за собой влечет увеличение строительства новых жилых кварталов. В городе за последнее время увеличивается застройка территорий как в границах, так и рядом с ней со стороны Ленинградской области (г. Кудрово, г. Мурино и другие поселения). Во многих случаях расширение идет за счет сельскохозяйственных угодий, лесов, зеленых зон и появлением на этом месте бетонных, кирпичных сооружений с огромными пространствами асфальта. За день поверхности прогреваются и начинают отдавать тепло в ночное время, увеличивая тем самым температуру воздуха.

Для исследования использовали тепловые каналы американского спутника Landsat 8, в которых появляется возможность оценить внутреннюю пространственную структуру городских островов тепла и проследить динамику во времени и пространстве локальных тепловых аномалий. Он снабжен двумя съемочными комплексами, аппаратом оперативной телевизионной съемки Земли (Operational Land Imager (OLI)) и тепловым инфракрасным датчиком или тепловым инфракрасным сенсором (Thermal InfraRed Sensor (TIRS)). Тепловыми каналами у него считается 10 и 11 (табл. 1) [5]. Но стоит отметить, что полученная температура не воздуха, а земной поверхности.

Таблица 1. Тепловые каналы Landsat 8

TIRS (Thermal Infrared Sensor)	Диапазон	Разрешение
Канал 10 – Дальний ИК (Long Wavelength Infrared, TIR1)	10.30 – 11.30	100 м
Канал 11 – Дальний ИК (Long Wavelength Infrared, TIR2)	11.50 – 12.50	100 м

Для расчета температуры земной поверхности использовался 10 канал, поскольку 11 канал значительно больше подвержен бликам, засветам и погрешностям датчика. Тепловой инфракрасный датчик снимает в относительных значениях температуру, в связи с чем мы должны пересчитать значения в градусы Цельсия, используя калькулятор Atmospheric Correction Parameter Calculator через открытый интернет ресурс [3].

Для работы мы использовали открытые исходные данные с сайта Геологической службы США, где скачали снимки Landsat 8 на территорию города Санкт-Петербурга за 2015 и 2020 года (рис. 3).

В модуле Land Surface Temperature Estimation Plugin в программном продукте с открытым кодом QGIS произвели обработку теплового канала B10 для того, что бы получить реальные значения температуры поверхности. Затем провели классификацию температур (рис.1) с подключением модуля Terrain Profile. В модуле встроена возможность проведения линии по карте и получения графика изменения температуры поверхности на всем протяжении данной линии (рис. 3). Хочется отметить, что погода в 2015 и 2020 годах по градусам одинакова, что подтверждено просмотром архива погоды на сайте <https://rp5.ru/> на дату съемки снимков и составляла 15.8°C, то есть у нас одинаковые условия исследования по температуре.

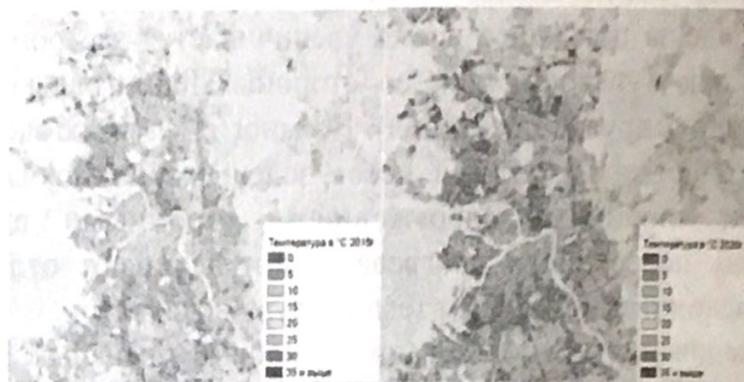


Рис. 1. Тепловые карты на территорию Санкт-Петербурга на 2015 г. и 2020 г.

#### Обсуждение результатов

Для примера рассмотрим территорию на северо-востоке Санкт-Петербурга в районе реки Охты. По графику (рис. 2) видно, что в 2015 году данная местность не застраивалась, но к 2020 году стала урбанизированной. Также прослеживается ярко выраженное изменение температуры. Особенно выделяется магазин/склад с парковкой в начале графика, которые стали давать локальный остров тепла в данном месте. Наблюдается повышение температуры в среднем на 5°C. В конце графика видно, что температура примерно одинакова, что может говорить нам о наличии зеленой зоны в этом месте.

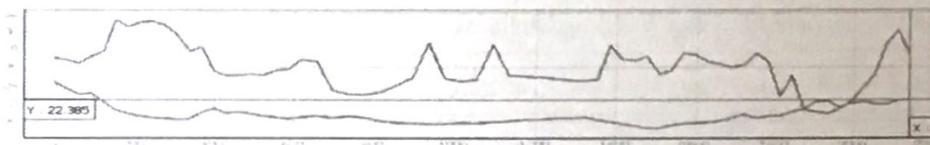


Рис. 2. Изменение температуры на застроенных участках за 5 лет.



Рис. 3. Прохождение профиля в 2015 г. и 2020 г. на космоснимках.

Анализ городских островов тепла - один из самых простых способов увидеть, как человеческое воздействие может изменить нашу планету. Асфальт, бетон, кирпич, крыши домов, антропогенные источники создают острова тепла, в которых температура выше, чем в ближайшей сельской местности. А это не благоприятно сказывается на местных жителях, увеличивается количество заболеваний, смертность. Озеленение территории, зеленые крыши и дома, создание водоемов помогают бороться теплом в городе.

### **Выводы**

Увеличение числа методов дистанционного зондирования земли открывает новые возможности для создания перспективных инструментов, обеспечивающих поддержку планирования и принятия решений по управлению территорией города органами местного самоуправления и предоставляющих пространственные данные о территории заинтересованным лицам, в том числе градостроителям, архитекторам, проектировщикам, инвесторам, девелоперам, кадастровым инженерам и пр. Интеграция различных источников данных, их совместная обработка повышает качество и информативность результатов, полученных с использованием этих данных. С помощью космических снимков получены данные об изменении температуры в городе. Этот опыт можно перенести и на исследования других крупных городов России. Результаты работы могут быть применимы для комплексной оценки условий комфортного проживания человека и повышения качества жизни населения.

### **Литература**

- [1] Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном диапазоне / Е.А. Балдина, П.И. Константинов и др. // Земля из Космоса. – 2015. – Спецвыпуск. – С. 38–42.
- [2] <https://www.gov.spb.ru/helper/day/> Администрация Санкт-Петербурга. Дата обращения: 20.02.2021.
- [3] [https://wiki.gislab.info/w/Оценка\\_температуры\\_поверхности\\_из\\_снимка\\_Landsat\\_8\\_при\\_помощи\\_Land\\_Surface\\_Temperature\\_QGIS\\_Plugin](https://wiki.gislab.info/w/Оценка_температуры_поверхности_из_снимка_Landsat_8_при_помощи_Land_Surface_Temperature_QGIS_Plugin) Построение тепловых карт. Дата обращения: 24.02.2021.
- [4] <https://www.who.int/bulletin/volumes/88/4/10-010410/ru/> Урбанизация и проблемы со здоровьем. Дата обращения: 24.02.2021.
- [5] <https://innoter.com/sputniki/landsat-8/> Landsat 8. Дата обращения: 20.02.2021.
- [5] Luke Howard, The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis, 2 vol., London, 1818.
- [6] Luke Howard, The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis, 2 vol., London, 1818

**S u m m a r y.** This article shows the prospects for the use of remote sensing data for monitoring heat islands in cities using the example of St. Petersburg. The expansion of the city leads to the development of new territories, the compaction of other lands, often at the expense of green spaces, forests, agricultural land, replacing with asphalt pavement, concrete and other materials that accumulate more heat, thereby increasing the temperature of the earth's surface, which is already increased due to existing buildings.