

## Влияние городского острова тепла на микроклимат урбанизированного пространства

*Д.А. Ким*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

**Аннотация:** В статье рассмотрена проблема образования городских островов тепла. Раскрываются причины возникновения таких островов тепла. Произведен анализ влияния искусственных урбанизированных поверхностей на значение альбедо. Установлена связь появления городских островов тепла с сокращением растительных и водных ресурсов города. Дана оценка выбросам антропогенного тепла, городской морфологии. Приведены возможные решения для снижения влияния городского острова тепла на микроклимат урбанизированного пространства. Сформулирован ряд естественных градостроительных и архитектурно-строительных средств и методов регулирования городских островов тепла. Обозначен их комплексный учет на стадии планирования городов и проектирования зданий и сооружений. Рекомендован данный подход с использованием программных комплексов, моделирующих урбанизированную среду, в качестве создания основы по регулированию островов тепла, снижению их негативного влияния на городское пространство.

**Ключевые слова:** ветер, градозащита, остров тепла, антропонагрузка, урбанизация, город, рельеф, альбедо, загрязнение, среда.

Городской остров тепла – это урбанизированный район, где температура выше, чем в прилегающих районах. Это результат выбора развития среды обитания, связанной с деятельностью человека, в частности минерализация поверхностей [1]. Данная проблема местного значения беспокоит города, поскольку имеет множество негативных последствий, в том числе, и для здоровья людей.

Разница температур между городским островом тепла и прилегающими территориями может достигать 6...12°C [2]. Диапазон городского острова тепла (зона наблюдения и влияния) может быть очень локальным (в масштабе городского острова) или немного большим (в масштабе города), однако, не выходя за пределы регионального масштаба. Городские острова тепла подразделяются на три категории в зависимости от того, наблюдаются ли они непосредственно на земле, в воздушном пространстве между землей и верхушками деревьев (городской навес) или в воздухе чуть выше городского

---

навеса (выше крон деревьев). Данные категории условно можно квалифицировать как микро-, мезо- и макропространство города [3].

Явление городского острова тепла вызывает беспокойство из-за множества негативных последствий, которые оно имеет, в частности, для качества жизни в городских районах и здоровья человека, а также для окружающей среды, от которой зависит жизнедеятельность людей. Остров тепла с большой вероятностью, продолжительностью, мощностью проявляется в течение 8...10 месяцев в городах стран с теплым климатом и в летний период в городах средних широт [4]. Сильная жара может вызвать ощутимый дискомфорт и обострить уже существующие хронические заболевания. Городские острова тепла также создают местные климатические колебания в дополнение к ухудшению качества воздуха и воды, что сказывается не только на людях, но и на окружающих экосистемах.

Хотя городской остров тепла не является проявлением изменения климата и влияет на него лишь косвенно, борьба с городскими островами тепла является способом смягчения местных последствий этого глобального негативного явления. Эффекты теплового острова действительно особенно важны в периоды волн тепла, интенсивность и количество которых возрастают в последнее время вместе с изменением климата [5].

Различные поверхности, в зависимости от материалов, из которых они сделаны, не обладают одинаковой способностью поглощать или отражать солнечные лучи. Существует мера доли лучей, отраженных поверхностью, по сравнению с падающими солнечными лучами – альбедо. Чем ниже альбедо, тем больше поверхность поглощает солнечных лучей, тем самым повышается теплоемкость деятельной поверхности, что приводит к увеличению продолжительности жизненного цикла острова тепла. При этом, чем больше искусственные материалы, применяемые в строительстве зданий

---

и сооружений, благоустройстве территорий, поглощают солнечные лучи, тем больше тепла они накапливают и, соответственно, излучают [6].

Многие искусственные поверхности урбанизированной среды в основном состоят из материалов, таких как асфальт, гудрон, гравий и бетон, все из которых имеют низкое альbedo. Увеличение количества этих поверхностей (дороги, автостоянки, просмоленные крыши, кирпичные стены и т.д.) является одним из важнейших факторов создания городских островов тепла. При этом значение альbedo деятельных поверхностей во многом зависит от их цвета, фактуры и текстуры (табл. 1) [7].

Таблица № 1

Значение альbedo различных поверхностей

№ п/п	Вид поверхности	Значение альbedo
1	Кровельное покрытие из оцинкованных листов	0,6 – 0,7
2	Кровельное покрытие из металлочерепицы	0,1 – 0,15
3	Окрашенная поверхность (цветная)	0,15 – 0,35
4	Окрашенная поверхность (белый цвет)	0,5 – 0,9
5	Битум, гравий	0,03 – 0,18
6	Бетонная поверхность	0,1 – 0,35
7	Кирпич и камень	0,03 – 0,18
8	Асфальтовое покрытие	0,05 – 0,20
9	Газон	0,25 – 0,30
10	Листва деревьев	0,15 – 0,18

Еще одно последствие урбанизации – это уменьшение растительности и водоемов. Растительность и водные объекты являются двумя векторами испарения воды (процесс эвапотранспирации у растений), что позволяет солнечной энергии преобразовываться в скрытое тепло, одновременно

снижая температуру окружающей среды [8]. Причиной этому также являются многочисленные асфальтовые покрытия, поскольку они ограничивают удержание воды почвой, быстро направляя ее в канализационные сети, а затем в водные пути.

Деятельность человека является источником тепловыделения, которое добавляется к теплу окружающей среды. Промышленная деятельность, транспорт и кондиционирование воздуха являются основными антропогенными источниками тепла. Действительно, двигатели промышленных машин, транспортных средств и кондиционеров выделяют тепло. Например, на стоянке, перегретой солнцем, автомобиль, двигатель которого работает, чтобы приводить в действие кондиционер, ухудшает ситуацию, с которой он борется [9].

Причины возникновения городских островов тепла разнообразны, но некоторые из них напрямую связаны с тем, как устроена среда обитания. Первопричинами формирования городского острова тепла являются условия инсоляции деятельной поверхности морфозастройки, а также численность и плотность населения, функционирование промышленных объектов, транспорта и пр. [10].

Местный климат и география также влияют на образование городских островов тепла. Климат влияет на ветры и наличие облаков. География местности также влияет на движение воздушных масс.

Городская форма, в том числе размеры зданий и расстояния между ними, влияют на способы образования городских островов тепла. Большие здания могут создавать тень и снижать уровень солнечного излучения на землю. Но когда радиация проникает между зданиями, они увеличивают площадь поверхностей, поглощающих солнечную радиацию. Ночью тепло городского навеса улавливается слоем прохладного воздуха, образующегося на крышах зданий [11]. Таким образом, естественного охлаждения ночью не

---

происходит. В конечном итоге это явление также способствует образованию смога (Рис.1).

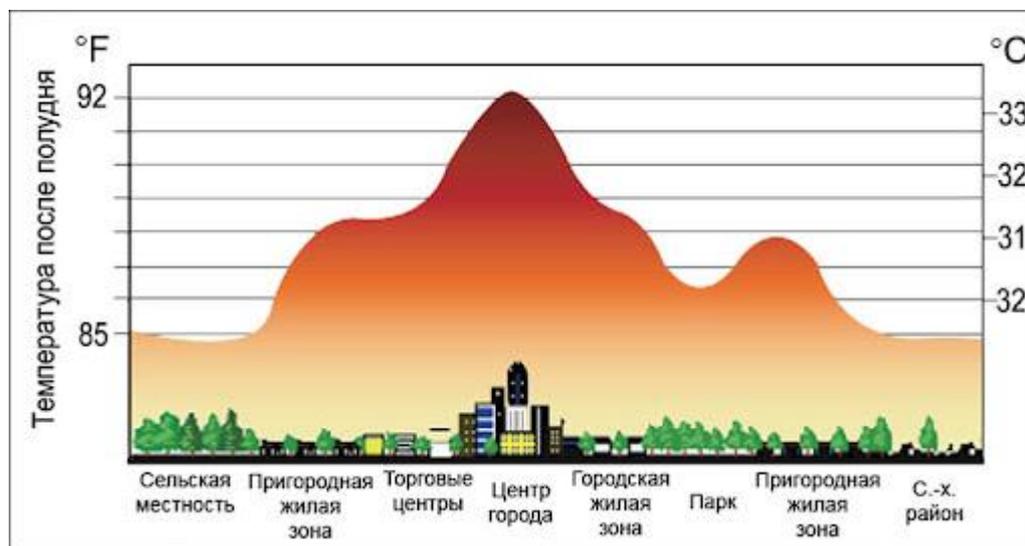


Рис.1. – Колебания температуры воздуха в зависимости от типа окружающей среды [12]

Впоследствии от городских островов тепла значительно страдают люди, в связи с этим они должны нести большую ответственность за их регулирование. Поэтому подобные решения также находятся в их компетенции. В этом отношении методы городского планирования и развития, которые в значительной степени привели к созданию городских островов тепла, теперь могут быть скорректированы для решения данной проблемы.

Также следует учитывать то, что в современном мегаполисе значительно превышены показатели содержания в воздухе оксида углерода, углекислого газа и аэрозольных выбросов, в результате чего образуется температурная инверсия.

Минерализация урбанизированной среды является основным источником островов тепла, поэтому сокращение данных поверхностей

является наиболее важной стратегией, которую необходимо реализовать. На рисунках 1-3 представлены результаты тепловизионной съемки различных поверхностей урбанизированной среды.



Рис. 2 - Тепловизионная съемка автодорог. Июнь. 14:00 ч.

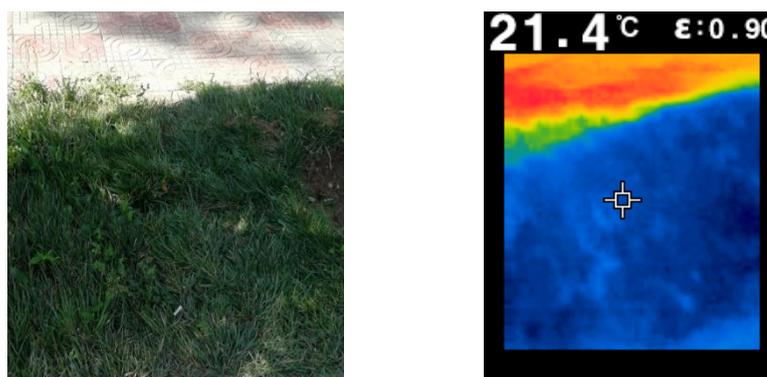


Рис. 3. Тепловизионная съемка газонного покрытия. Июнь. 14:00 ч.



Рис. 4 – Тепловизионная съемка зданий. Июнь. 14:00 ч.

К основным аспектам сокращения минерализации городского пространства стоит отнести, в первую очередь, уменьшение ширины

---

проезжей части и количества парковочных мест, а также создание подземных или многоуровневых парковок, защиту наземных парковок и площадей от инсоляции [13]. Все эти пространства, которые больше не предназначены для автомобилей, затем могут быть использованы для улучшения качества жилой среды, например, за счет обустройства там парков или скверов.

Экологизация, вероятно, является наиболее очевидным способом борьбы с городскими островами, из-за своей простоты, влияния на температуры окружающей среды, а также максимальных экологических выгод, которые можно из неё извлечь. Уменьшение количества городских тепловых островов требует, чтобы каждый конкретный район города принял стратегию озеленения территорий, включая общее и подробное видение через конкретные проекты, которые могут принимать различные решения: специальные насаждения; озеленение парковок; озеленение зданий; зеленые стены; зеленые крыши.

Управление дождевой водой может быть изменено для удержания воды в городе за счет проницаемости поверхностей, естественного дренажа и создания водосборных бассейнов. Также возможно создание фонтанов, мелиорация, ренатурализация или даже открытие водотоков. Эти водоемы не только освежают окружающую среду, но и способствуют изменению атмосферы и эстетики в городе и способствуют сохранению биоразнообразия.

Снижение антропогенного производства тепла может оказать значительное влияние на городской транспорт. Действительно, характеристики жизнеспособного сообщества могут привести к снижению потребности в транспорте и, что наиболее важно, потребности в отдельном автомобиле при любых обстоятельствах, общественный транспорт при этом может развиваться.

В городском планировании на уровне проектирования и строительства зданий и сооружений принятие стратегии по развитию биоклиматической архитектуры и энергоэффективности объектов может существенно снизить потребность в кондиционировании воздуха.

Наконец, одним из самых простых и дешевых стратегических направлений является регулирование городских островов тепла за счет увеличения альbedo поверхности. Для этого необходимо использовать более светлые материалы, окрашивать некоторые поверхности в оттенки светлых тонов. Однако, эти решения имеют ограниченное воздействие по сравнению с большинством упомянутых выше вмешательств, а также требуют рассмотрения возможных эффектов ослепления.

Большинство стратегий сокращения городских островов тепла, многие из которых, помимо прочего, увеличивают альbedo урбанизированной среды, имеют то преимущество, что они обеспечивают сопутствующие выгоды. Например, уменьшение количества минерализованных поверхностей в значительной степени способствует общему улучшению качества жилой среды за счет уравнивания пространства, отданного различным способам передвижения, предложения качественных общественных пространств, создания среды обитания в человеческом масштабе и т.п.

Таким образом, сформулирован ряд естественных градостроительных и архитектурно-строительных средств и методов регулирования городского острова тепла, их комплексный учет на стадии планирования городов и проектирования зданий и сооружений. Данный подход и использование программных комплексов, моделирующих урбанизированную среду, позволяют заложить основу регулирования островов тепла, а, тем самым, и микроклимата в макромасштабе города и микромасштабе жилых кварталов, промышленных зон, площадей и территорий.

---

## Литература

1. Алексеева Л.И., Горлач И.А., Кислов А.В. Вертикальная структура и сезонные особенности острова тепла и распределения влажности над Москвой по спутниковым данным // Метеорология и гидрология. 2019. № 8. С. 107-118.
2. Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л. Формирование и особенности острова тепла в большом городе // Доклады Академии наук. 2000. Т. 370. № 2. С. 249-252.
3. Мохов И.И. Связь интенсивности «острова тепла» города с его размерами и количеством населения // Доклады Академии наук. 2009. Т. 427. № 4. С. 530-533.
4. Кузнецова И.Н., Бруслова Н.Е., Нахаев М.И. Городской остров тепла в Москве: определение, границы, изменчивость // Метеорология и гидрология. 2017. № 5. С. 49-61.
5. Демин В.И., Козелов Б.В., Елизаров Н.И., Меньшов Ю.В. Влияние микроклимата на точность оценки городского «острова тепла» // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2017. № 584. С. 74-93.
6. Miner M.J., Taylor R.A., Jones C., Phelan P.E. Efficiency, economics, and the urban heat island // Environment and Urbanization. 2017. Т. 29. № 1. С. 183-194.
7. Демин В.И. О роли антропогенных и естественных факторов в оценке городского острова тепла // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 5. С. 25-33.
8. Li H., Wang X., Sodoudi S., Zhou Y., Li X., Meng L., Wu S. A new method to quantify surface urban heat island intensity // The Science of the Total Environment. 2018. Т. 624. pp. 262-272.

9. Оленьков В.Д., Бирюков А.Д., Сухоруков В.А. Использование данных дистанционного зондирования земли для построения карты городского острова тепла // Российская академия архитектуры и строительных наук. Москва. 2020. С. 286-294.
10. Елисеева Т.П., Ежова И.М., Лакирбая И.Д. Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361/).
11. Шеина С.Г., Белаш В.В., Дементеев Д.С., Калиткин А.П. Применение энергоэффективных и зеленых технологий при строительстве многоэтажного жилого дома // Инженерный вестник Дона, 2021, №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6986/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6986/).
12. Nikhil Patel Heat intensity and the effect of urban heat islands URL: [nayaenergy.com/heat-intensity-effect-urban-heat-islands/](http://nayaenergy.com/heat-intensity-effect-urban-heat-islands/).
13. Гиясов А.И. Тепло-ветровой режим городского каньона, взаимосвязь его с воздушной средой помещений // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/473](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/473/).

### References

1. Alekseeva L.I., Gorlach I.A., Kislov A.V. Meteorologiya i gidrologiya. 2019. № 8. pp. 107-118.
2. Matveev L.T., Matveev YU.L. Doklady Akademii nauk. 2000. V. 370. № 2. pp. 249-252.
3. Mohov I.I. Doklady Akademii nauk. 2009. V. 427. № 4. pp. 530-533.
4. Kuznecova I.N., Brusova N.E., Nahaev M.I. Meteorologiya i gidrologiya. 2017. № 5. pp. 49-61.
5. Demin V.I., Kozelov B.V., Elizarov N.I., Men'shov YU.V. Trudy Glavnoj geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voejkova. 2017. № 584. pp. 74-93.



6. Miner M.J., Taylor R.A., Jones C., Phelan P.E. Environment and Urbanization. 2017. V. 29. № 1. pp. 183-194.
7. Demin V.I. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2019. V. 16. № 5. pp. 25-33.
8. Li H., Wang X., Sodoudi S., Zhou Y., Li X., Meng L., Wu S. The Science of the Total Environment. 2018. V. 624. pp. 262-272.
9. Olen'kov V.D., Biryukov A.D., Suhorukov V.A. Rossijskaya akademiya arhitektury i stroitel'nyh nauk. Moskva. 2020. pp. 286-294.
10. Eliseeva T.P., Ezhova I.M., Lakirbaya I.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361/).
11. SHeina S.G., Belash V.V., Dementeev D.S., Kalitkin A.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6986/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6986/).
12. Nikhil Patel URL: [nayaenergy.com/heat-intensity-effect-urban-heat-islands/](http://nayaenergy.com/heat-intensity-effect-urban-heat-islands/).
13. Giyasov A.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/473](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/473).