



УДК 504

ИССЛЕДОВАНИЕ СМЯГЧЕНИЯ ЛЕТНЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО СТРЕССА ЗЕЛЕНЫМИ ЗОНАМИ НИЖЕГОРОДСКОГО ПОЧАИНЬЯ

Иванов Александр Владимирович, канд. экон. наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета
603000, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д.65

Малышев Денис Максимович, аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета
603000, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д.65

Филатова Дарья Алексеевна, магистрант кафедры управления градостроительным развитием территорий Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета
603000, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д.65

Аннотация. Изучены микроклиматические характеристики 10 выбранных участков внутри и вокруг зеленой зоны Нижегородского Почаинья.. Исследование проводилось в течение двух жарких летних недель. Метеопараметры измерялись в течение 20 минут на 10 объектах в течение 14 дней. Участки различались по доле площади, покрытой древесным пологом. Исследования показали, что под кронами деревьев в сильную жару снижение температуры по сравнению с открытым пространством превышает 10 °С. Этот эффект был изучен с помощью регрессионного анализа. Коэффициент детерминации составил около 0,8 для радиуса 50 м выбранных участков. Зависимость между температурой, скоростью ветра и долей зеленых насаждений вокруг выбранных участков позволяет прогнозировать смягчения теплового стресса с использованием природно-подобных решений.

Ключевые слова: изменение климата, природоподобные технологии, тепловой стресс, микроклимат, безопасная среда, комфортная среда, водно-зеленый каркас

В настоящее время экологическая безопасность и комфортность городской среды становятся важнейшими показателями для сравнительного анализа качества жизни крупных городов России. Эти показатели имеют отношение к формированию открытых общественных пространств, воспринимаемых градостроительным сообществом как главное достояние устойчиво развивающихся городов, удобных для жизни. Комфортная городская среда – интегральная характеристика качества жизни, включающая оценку городского естественно-природного пространства,

совокупность антропогенных материальных объектов и нематериальных проявлений культуры, позволяющих обеспечить высокое качество жизни.

В настоящее время экологическая безопасность и комфортность городской среды становятся важнейшими показателями для сравнительного анализа качества жизни крупных городов как в Европе, так и в России. Эти показатели имеют отношение к формированию открытых общественных пространств, воспринимаемых градостроительным сообществом как главное достояние устойчиво развивающихся городов, удобных для жизни.

Методология исследования основана на оценке комфортности и безопасности среды. В основе оценки лежат натурные исследования микроклимата Нижегородского Почаинья, на основе которых выполнены расчеты эффективной эквивалентной температуры ЭЭТ

$$\text{ЭЭТ} = 37 - \frac{37 - T}{0.68 - 0.0014n + (1.76 + 1.4V^{0.75})^{-1}} - 0.29T \left(1 - \frac{n}{100}\right) \quad (1)$$

Где

T – температура воздуха, °С;

V – скорость ветра, м/с;

n – относительная влажность, %.

Ключевыми документами для такой оценки являются методические рекомендации и государственные стандарты РФ [1-3]:

Исследования проводились с помощью термоанемометра с выносным измерителем скорости потока Мегеон 11005 в рамках комплексного экологического исследования Нижегородского Почаинья методами Интернета вещей [4]. Средства обработки информации являлись табличный процессор и пакет обработки статистической информации. Измерения выполнялись в 10 точках Нижегородского Почаинья, указанных на карте, рисунок 1.

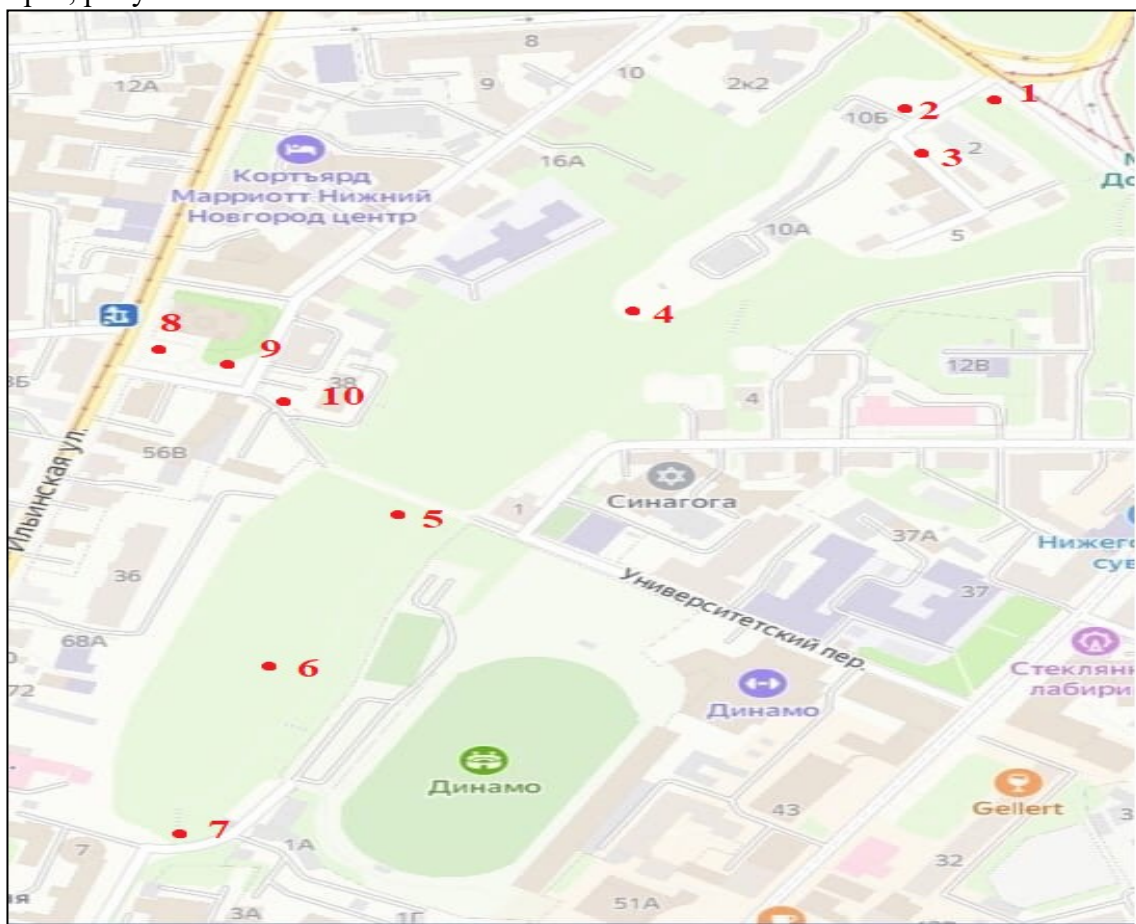


Рис. 1. Положение точек выполнения измерений метеопараметров в Нижегородском Почаинье

В качестве примера первичных данных - данные по измерению скорости ветра и расчету ЭЭТ в 10 точках Нижегородского Почаинья.

Регрессионный анализ, выполненный для 7 самых жарких дней исследования представлен в Таблице 1.

Таблица 1

Расчетные значения коэффициента детерминации R и параметра Фишера F

Дата проведения измерений	R ²	F
28.07.2022	0,7568	10,893
29.07.2022	0,7686	11,6275
30.07.2022	0,7945	13,5298
01.08.2022	0,7934	13,4422
02.08.2022	0,8293	17,0054
03.08.2022	0,6340	6,0635
04.08.2022	0,8121	15,1262

Как видно из таблицы, R² практически всегда составляет примерно 0,8, что говорит о том, что 80% зависимости скорости ветра и температуры в точках наблюдения объясняется долей озелененности. Остальные 20% могут зависеть от рельефа, прилегающей застройки, солнечной радиации и иных факторов.

Результаты исследования позволяют предложить расчетные формулы для экстремальных температур, создающих риск дополнительной смертности в условиях термического стресса.

$$S = 2,01 - 0,575 \cdot U - 0,047 \cdot T; \quad (2)$$

$$T = 42,69 - 21,28 \cdot S - 12,24 \cdot U \quad (3)$$

Эти формулы позволяют оценить позитивную роль зеленых зон с сомкнутым пологом. В частности, для условий самого жаркого дня, когда температура на открытой местности составляла 34,9°C, под древесным пологом на удалении от самой жаркой точки 200 м она составляла всего 24,3 °С. Представленные выше формулы позволяют на основе прогноза предложить жителям из группы риска использовать зоны с сомкнутым пологом в условиях экстремальной жары для того, чтобы обезопасить себя от термического стресса.

Результаты работы заключаются в следующем. Исследование метеорологических особенностей Нижегородского Почаинья позволило выявить существенные отличия в температуре воздуха внутри и вне Почаинского оврага. Согласно данным исследованиям в этой зоне во время жаркой погоды следует ожидать формирование комфортных условий, в которых температура окажется на (несколько градусов ниже, а скорость ветра – на 10-30% ниже, чем в уличных каньонах. В ходе летних исследований была выявлена зону комфортности внутри Почаинского оврага. В этой зоне зафиксирована комфортная температура не выше 24 градусов, в то время как в зоне уличных каньонов наблюдалось превышение критерия комфортности до 10 градусов Цельсия. Это говорит о высоком потенциале территории в обеспечении снижения выбросов парниковых газов при кондиционировании воздуха в помещениях, если эта территория будет широко использоваться в рекреационных условиях летом.

В то же время в условиях выпадения осадков наблюдается нивелирование отличий в температуре при падении скорости ветра под пологом древесной растительности до нуля. Это создает трудности в прогнозировании метеорологических особенностей внутри рекреационных и жилых зон. Преодоление таких трудностей является следующей задачей изучения Нижегородского Пochaинья

В результате анализа была выявлена корреляция между долей земли без зеленых насаждений и скоростью ветра и температурой. Был проведен регрессионный анализ, который показал высокое значение коэффициента детерминации, что говорит о существовании сильной зависимости этих параметров. В тех местах, где большой процент земли без зеленых насаждений, температура и скорость ветра выше. Для обеспечения комфортности среды необходимо сохранять зеленые насаждения, которые способствуют формированию оптимальных условий местности и учитывать это при будущем использовании территориальном зонировании. Сохранение территорий метеорологической комфортности является важным вкладом к переходу к углеродной нейтральности.

В то же время в условиях выпадения осадков наблюдается нивелирование отличий в температуре при падении скорости ветра под пологом древесной растительности до нуля. Это создает трудности в прогнозировании метеорологических особенностей внутри рекреационных и жилых зон. Преодоление таких трудностей является следующей задачей изучения Нижегородского Пochaинья

В результате анализа была выявлена корреляция между долей земли без зеленых насаждений и скоростью ветра с температурой. Был проведен регрессионный анализ, который показал высокое значение коэффициента детерминации, что говорит о существовании сильной зависимости этих параметров. В тех местах, где большой процент земли без зеленых насаждений, температура и скорость ветра выше. Для обеспечения комфортности среды необходимо сохранять зеленые насаждения, которые способствуют формированию оптимальных условий местности и учитывать это при будущем использовании территории. Сохранение территорий метеорологической комфортности является важным вкладом к переходу к углеродной нейтральности.

Список литературы:

1. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 09.09.2013 г. № 371;
2. Распоряжение Правительства РФ от 23 марта 2019 г. № 510-р
3. ГОСТ Р ИСО 37120-2020 Устойчивое развитие сообщества. Показатели городских услуг и качества жизни.
4. Ivanov A., ONLINE MONITORING OF URBAN ENVIRONMENT. Ivanov A., Platov A.Yu., Stepanov D.V., Ostanina I. // В сборнике: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. С. 339-346.

STUDY OF SUMMER THERMAL STRESS MITIGATION BY GREEN ZONES OF NIZHNY NOVGOROD POCHAINYE

Alexander V. Ivanov, Denis M. Malyshev, Darya A. Filatova

Abstract. The microclimatic characteristics of 10 selected areas in and around the green zone of the Nizhny Novgorod Pochainye were studied. The study was carried out during two hot summer weeks. Meteorological parameters were measured for 20 minutes at 10 objects over 14 days. Sites varied in the proportion of area covered by tree canopy. Studies have shown that under the canopy of trees in extreme heat, the temperature decrease compared to open space exceeds 10°C. This effect was examined using regression analysis. The coefficient of determination was about 0.8 for a 50 m radius of the selected sites. The relationship between temperature, wind

speed and the proportion of green space around the selected sites allows prediction of heat stress mitigation using nature-like solutions..

Keywords: climate change, nature-based solutions, thermal stress, microclimate, safe environment, livable environment, water-green frame.