

- tion. - Hydrology and Water Resources, vol. 4, doi: 10.1111/j.1749-8198.2008.00214.x.
2. Xingyao P., Lu Z., Nicholas J.P., Jun X. & Yongqiang Z. 2011. Probabilistic modeling of soil moisture dynamics of irrigated cropland in the north China plain. *Hydrological Sciences Journal/journal Des Sciences Hydrologiques* 56, 123–137.
 3. Volchak, A. Modeling Dynamics of Stored Soil Moisture at Stage of Control of Structures of Amelioration Systems / A. Volchak, A. Meshyk, Yu. Mazhayskiy, O. Chernikova // *Engineering for Rural Development : 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings, Jelgava, 20–22.05.2020.* – Jelgava (Latvia) : Latvia University of Life Science and Technologies, 2020 – P. 114–120. <https://doi.org/10.22616/erdev.2020.19.tf026>.
 4. Валуев, В. Е. Моделирование динамики почвенных влагозапасов на стадии управления сооружениями мелиоративных систем / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, О. П. Мешик // *Вестник Брестского политехнического института.* – 2000. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – С. 30–35.

УДК 551.5, 555.59

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Волчек, А. Г. Новосельцева

УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, volchak@tut.by

Аннотация

В статье дана оценка влияния городской среды на изменение температуры воздуха за период с 1975 по 2020 годы и относительной влажности воздуха за период с 2006 по 2020 годы на примере Брестской области. Представлены разницы в среднегодовой, среднемесечной и минимальной температуре, разницы в относительной влажности по разным метеостанциям. Показана зависимость роста температуры воздуха и уменьшения относительной влажности в крупном городе по сравнению с его пригородом.

Ключевые слова: микроклимат, городская среда, температура воздуха, относительная влажность воздуха, метеостанция.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE URBAN ENVIRONMENT ON CLIMATIC CHARACTERISTICS ON THE EXAMPLE OF THE BREST REGION

A. A. Volchak, A. G. Novoseltseva

Abstract

The article provides an assessment of the influence of the urban environment on the change in air temperature for the period from 1975 to 2020 and relative humidity for the period from 2006 to 2020, using the example of Brest region. Differences in

average annual, monthly average and minimum temperatures, differences in relative humidity for different meteorological stations are presented. Shown is the dependence of the increase in air temperature and the decrease in relative humidity in the city in comparison with its suburbs.

Keywords: microclimate, urban environment, air temperature, relative humidity of the air, weather station.

Введение. Быстрорастущие современные города формируют свой микроклимат, который отличается от сельской местности и пригорода. Микроклимат города – это климат приземного слоя воздуха отдельных участков городской территории. Приземной слой воздуха занимает воздушное пространство двухметровой высоты над уровнем земли. Микроклимат включает в себя такие климатические факторы, как температура воздуха, относительная влажность, солнечная радиация [1, 2].

Кроме природных факторов на изменение микроклимата городской среды влияет: городская застройка, автотранспорт, промышленные предприятия, теплоэлектростанции и др. [3, 4]. Крупный город повышает температуру наружного воздуха, особенно повышая минимальную температуру, что приводит к образованию «острова тепла» – зоны повышенных температур над городом и промышленными районами, образующейся в результате выброса тепловой энергии. С ростом города, т. е. с увеличением его застройки, температура в городе растет. В тоже время испарение, а следовательно, и влажность в городе меньше, чем в пригороде и сельской местности вследствие покрытия улиц и стока воды в канализацию [5, 6, 7].

Целью исследования является оценка влияния городской среды на изменение температуры и относительной влажности воздуха в крупном городе по сравнению с его пригородом на примере Брестской области. В дальнейшем, с применением полученных данных, будет дана оценка факторов формирования локального климата в пределах Брестской области.

Материалы и методы. Исследование проводилось по шести метеостанциям: Брест, Тересполь, Влодава, Высокое, Полесская, Пинск. Рассматриваемые города были условно разбиты между собой на группы, крупный город и его пригород. Города, рассматриваемые как пригород, находятся на относительно небольшом расстоянии от крупного города, отличаются по численности населения, площади и количеству промышленных предприятий (таблица 1).

Город Брест находится на юго-западе Республики Беларусь, на границе с Польшей и недалеко от границы с Украиной. Он является областным центром Брестской области. Брест относится к крупным городам страны (численность населения от 250000 чел.). Город Пинск находится на юго-востоке Брестской области и является центром Пинского района. Пинск относится к большим городам страны (численность населения от 100000 чел.). Средняя высота города над уровнем моря у обоих городов 141 м, а климат умеренно континентальный.

Таблица 1 – Общая характеристика исследуемых метеостанций

Город	Страна	Расстояние между городами, км	Площадь, км ²	Население, тыс. чел	Количество промышленных предприятий	Метеостанция		
						высота над ур. моря, м	координаты	
Брест-Тересполь								
1	Брест	Беларусь	14,5	146,12	339	59	146	52.10 ⁰ с. ш., 23.70 ⁰ в. д.
2	Тересполь	Польша		10,2	6	4	137	52.07 ⁰ с. ш., 23.62 ⁰ в. д.
Брест-Высокое								
3	Брест	Беларусь	44	146,12	339	59	146	52.10 ⁰ с. ш., 23.70 ⁰ в. д.
4	Высокое			5,5625	4,8	4	163	52.36 ⁰ с. ш., 23.39 ⁰ в. д.
Брест-Влодава								
5	Брест	Беларусь	74	146,12	339	59	146	52.10 ⁰ с. ш., 23.70 ⁰ в. д.
6	Влодава	Польша		18,67	13,3	-	179	51.55 ⁰ с. ш., 23.53 ⁰ в. д.
Пинск-Полесский								
7	Пинск	Беларусь	48	50,48	138	50	142	52.12 ⁰ с. ш., 26.06 ⁰ в. д.
8	Полесский	Беларусь		поселок	1,67	-	124	52.30 ⁰ с. ш., 26.70 ⁰ в. д.

Из таблицы 1 видно, что расстояния от крупного города до его пригорода составляет от 14,5 до 74 км. Площади городов изменяются от 5,5 км² (Высокое) до 18,67 км² (Влодава), т.е. отличаются от площади Бреста от 8 до 25 раз. Численность населения этих городов изменяется от 1067 чел. (Полесский) до 13300 чел. Используя классификацию, применяемую в Республике Беларусь для городских территорий, данные города можно объединить в две группы: самые малые (численность населения до 10000 чел.) – Тересполь, Высокое и малые (численность населения до 20000 чел.) – Влодава [8, 9]. Используя данную классификацию, возможно проведение оценки влияния городской территории на изменение значений температуры и относительной влажности.

Высота положения метеостанций в пределах изучаемой территории изменяется от 124 м (Полесский) до 179 м (Влодава).

Для проведения работы использовались среднегодовые и среднемесячные данные по температуре за период с 1975 по 2020 гг. и относительной влажности за период с 2006 по 2020 гг.

Статистические данные для проведения исследования были получены с использованием сайта «Погода и климат» («Pogodaiklimat») [10].

Для анализа данных и их представления использовались стандартные статистические и математические методики [11, 12].

Результаты и обсуждение. За исследуемый период времени температура воздуха в г. Бресте и г. Пинске была практически всегда выше, чем в пригороде. На рисунке 1, 2 представлены среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха по всем метеостанциям. В 1995 г. была самая большая разница в температуре воздуха по всем метеостанциям. На метеостанции Влодава и Высокое она составила 1,2 °С.

Разница в среднемесячной температуре наружного воздуха в г. Бресте и его пригороде по всем метеостанциям составляет от 0,02 до 0,45 °С в зимний период и от 0,29 до 0,58 °С в летний период. В среднем, за весь исследуемый период времени, разница по температуре по всем метеостанциям составляла 0,3 °С. А разница в среднегодовой температуре – от 0 °С (2005 г., Тересполь; 2014 г., Влодава) до 1,2 °С (1995 г., Высокое и Влодава), а в среднем по всем метеостанциям 0,5 °С.

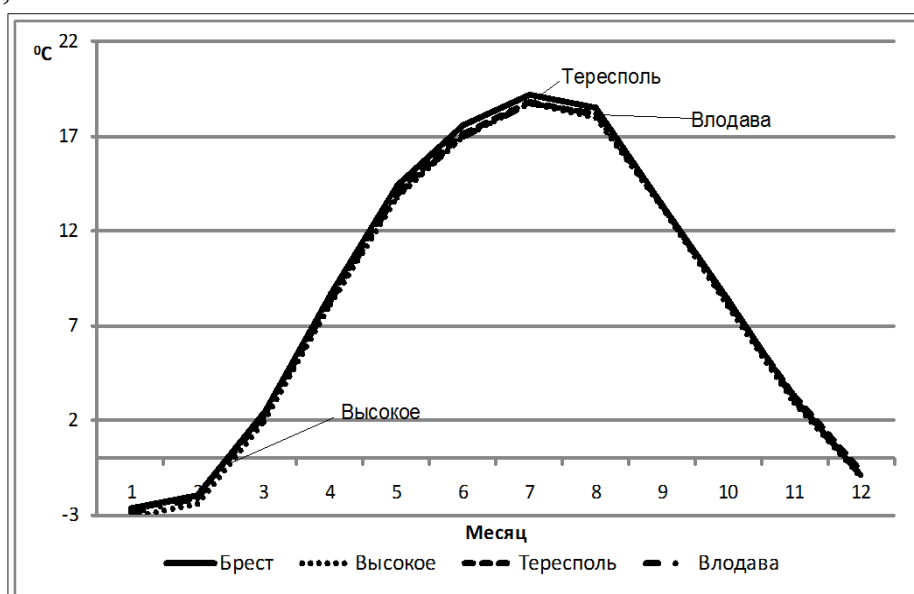


Рисунок 1 – Среднемесячная температура наружного воздуха по метеостанции Брест, Высокое, Влодава и Тересполь

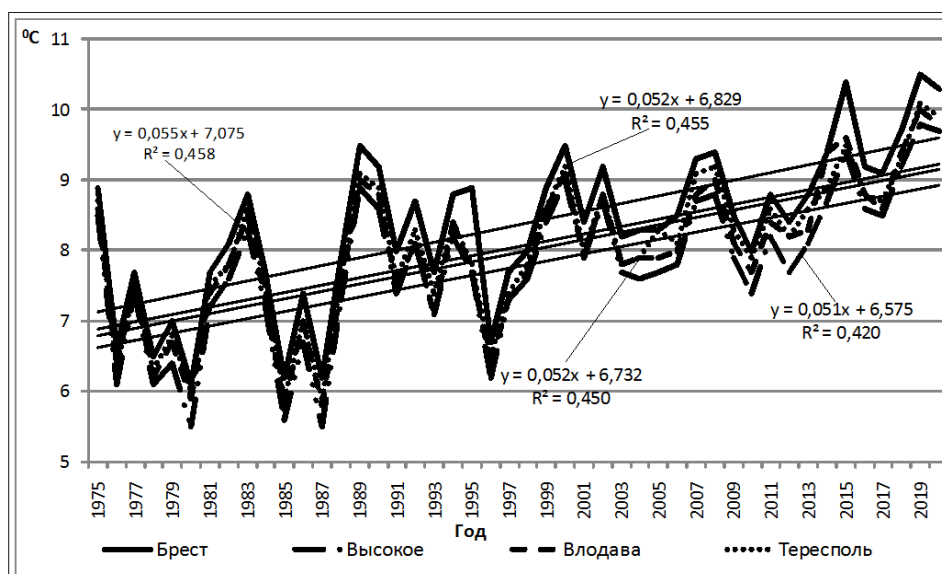


Рисунок 2 – Среднегодовая температура наружного воздуха по метеостанции Брест, Высокое, Влодава и Тересполь

Разница в среднемесячной температуре наружного воздуха в г. Пинске и его пригороде составляла от 0,5 до 0,8 °С в зимний период и от 0,9 до 1 °С в летний период. В среднем, за весь исследуемый период времени, разница по температуре составляла 0,8 °С. Разница в среднегодовой температуре – от 0,3 °С до 1,0°С, а в среднем 0,75 °С (рисунок 3, 4).

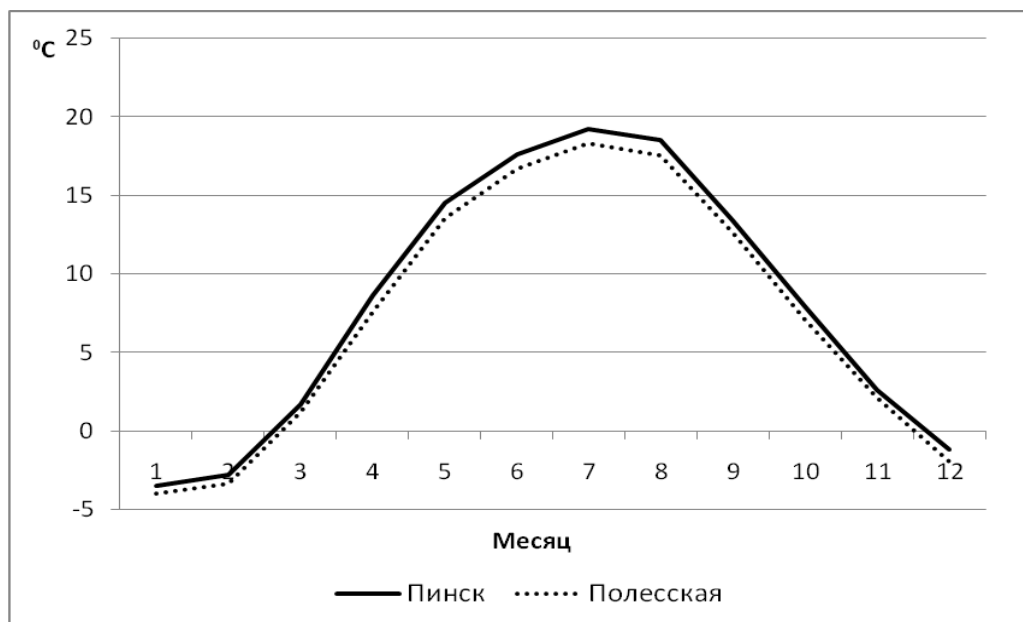


Рисунок 3 – Среднемесячная температура наружного воздуха по метеостанции Пинск и Полесская

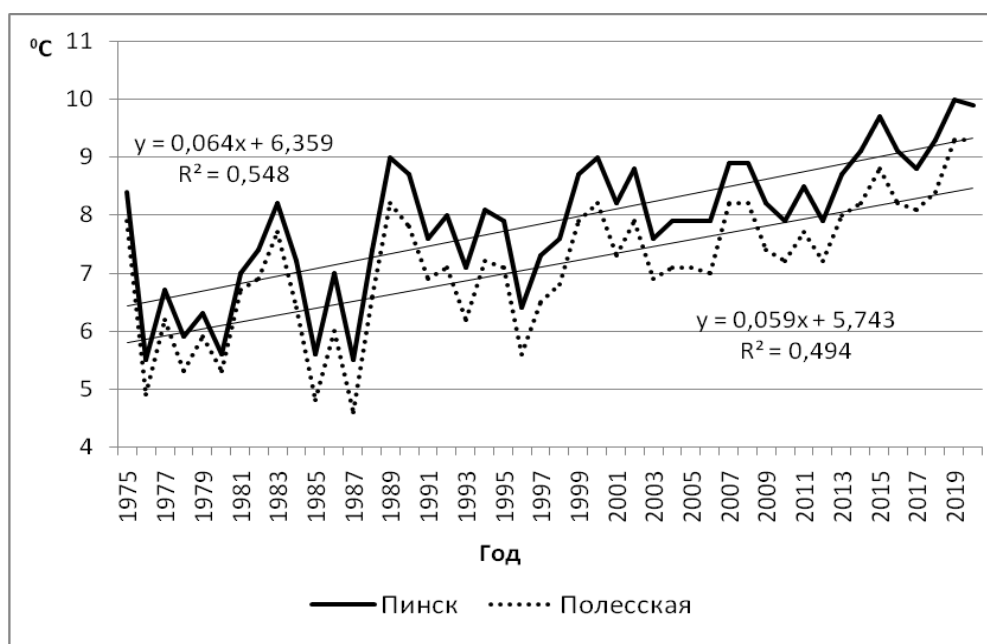


Рисунок 4 – Среднегодовая температура наружного воздуха по метеостанции Пинск и Полесская

Хотя приведенные на рисунке 2, 4 оценки трендов не являются статистически значимыми (см. также малые значения коэффициентов детерминации R^2), анализ тенденций изменения (увеличения) температуры в городе по сравнению с пригородом представляет определенный интерес. Так, скорость роста температур значительно не изменилась с 1975 г., но стабильной остается разница

между годовой температурой по метеостанциям, расположенным в городе и пригороде.

Так как город больше всего повышает средние минимальные температуры, рассматривалось изменение температур по метеостанциям за период с 2006 по 2020 гг. Разница в минимальных среднегодовых температурах в г. Бресте и его пригороде составляла от 0,3 °С до 2,0 °С, в среднем за весь период 0,9 °С (рисунок 5).

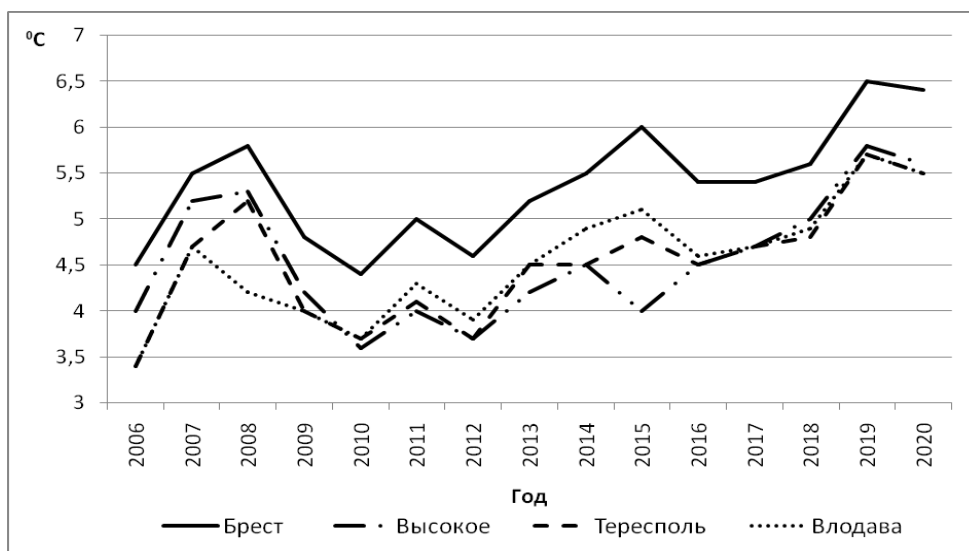


Рисунок 5 – Среднегодовая минимальная температура наружного воздуха по метеостанции Брест, Высокое, Тересполь и Влодава

В то же время разница в минимальных среднемесячных температурах составляла от 0,2 °С до 1,4 °С, а в среднем за весь период 0,75 °С (рисунок 6).

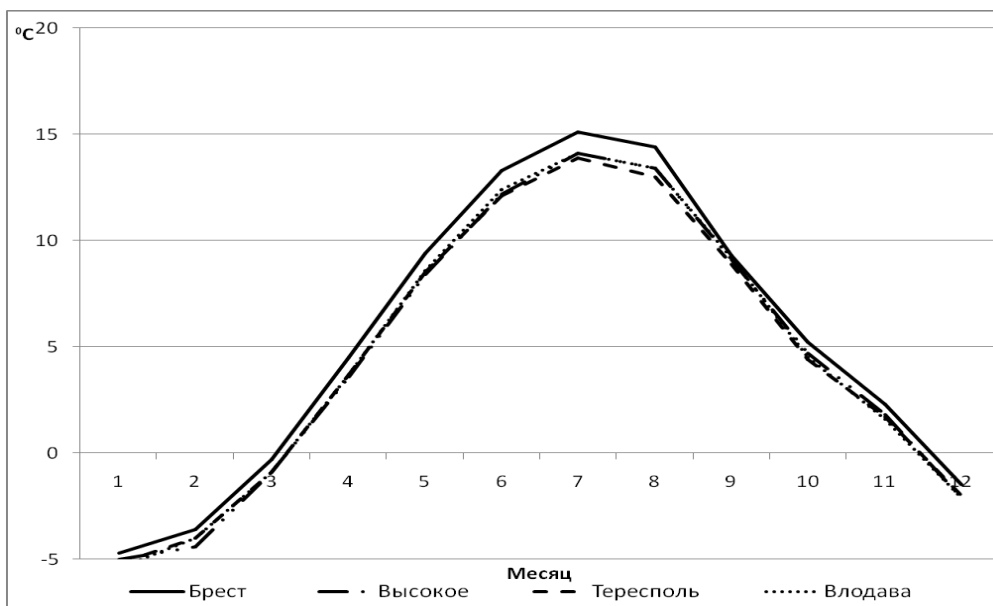


Рисунок 6 – Среднемесячная минимальная температура наружного воздуха по метеостанции Брест, Высокое, Тересполь и Влодава

Разница в минимальной среднегодовой температуре наружного воздуха в г. Пинске и его пригороде составляла от 1,1 до 2,2 °С, в среднем за весь период

1,7 °С. А разница в минимальных среднемесячных температурах от 0,7 до 2,1 °С, в среднем 1,45 °С (рисунок 7, 8).

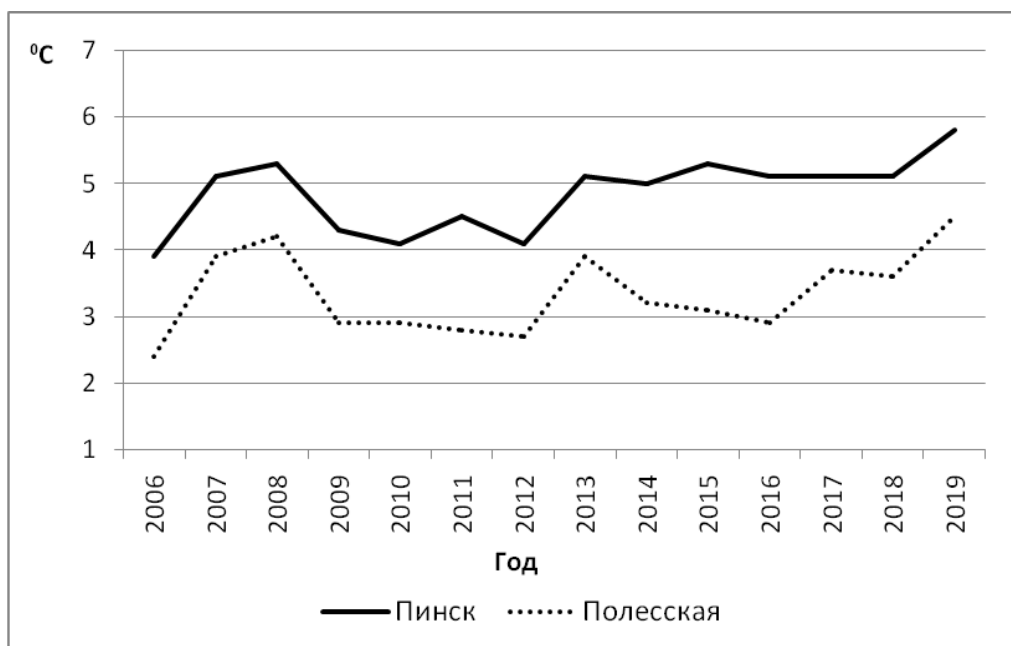


Рисунок 7 – Среднегодовая минимальная температура наружного воздуха по метеостанции Пинск и Полесская

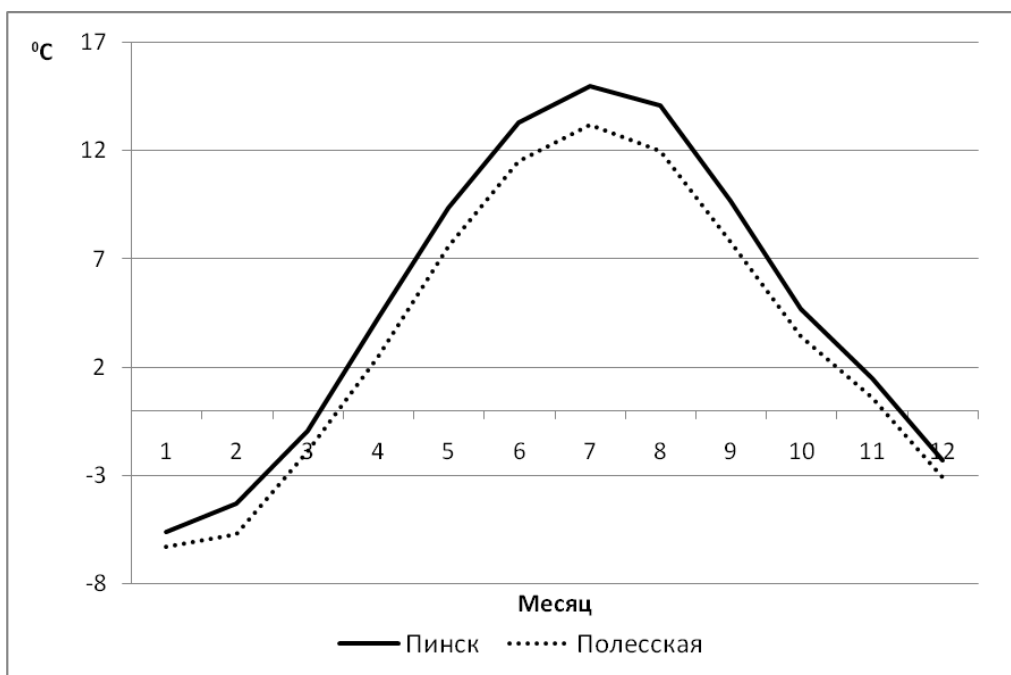


Рисунок 8 – Среднемесячная минимальная температура наружного воздуха по метеостанции Пинск и Полесская

Понижение среднегодовой и среднемесячной относительной влажности в г. Бресте и его пригороде показано на рисунке 9, 10. Разница в относительной среднемесячной влажности – от 0,2 до 6,7 %, а в среднем 3,5 %. А в среднегодовой – от 0,08 (единичные случаи) до 8,0 %, в среднем 3,5 %. Такая тенденция прослеживается в абсолютном большинстве случаев, но крайне редко, влажность в г. Бресте чуть превышала влажность в пригороде (Влодава 2017 г., Тересполь 2018 г.).

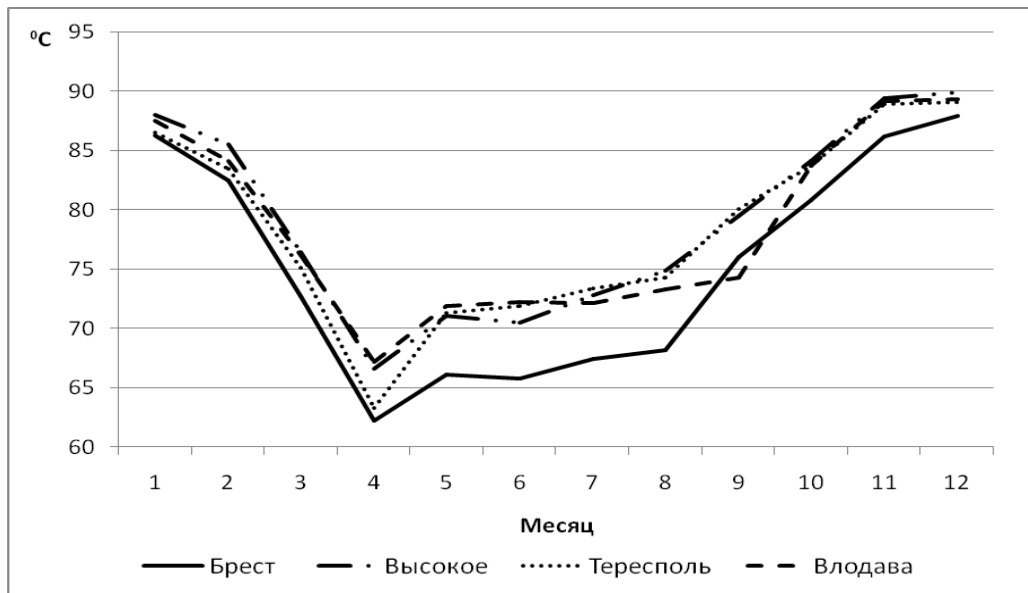


Рисунок 9 – Среднемесячная относительная влажность по метеостанции Брест, Высокое, Влодава и Тересполь

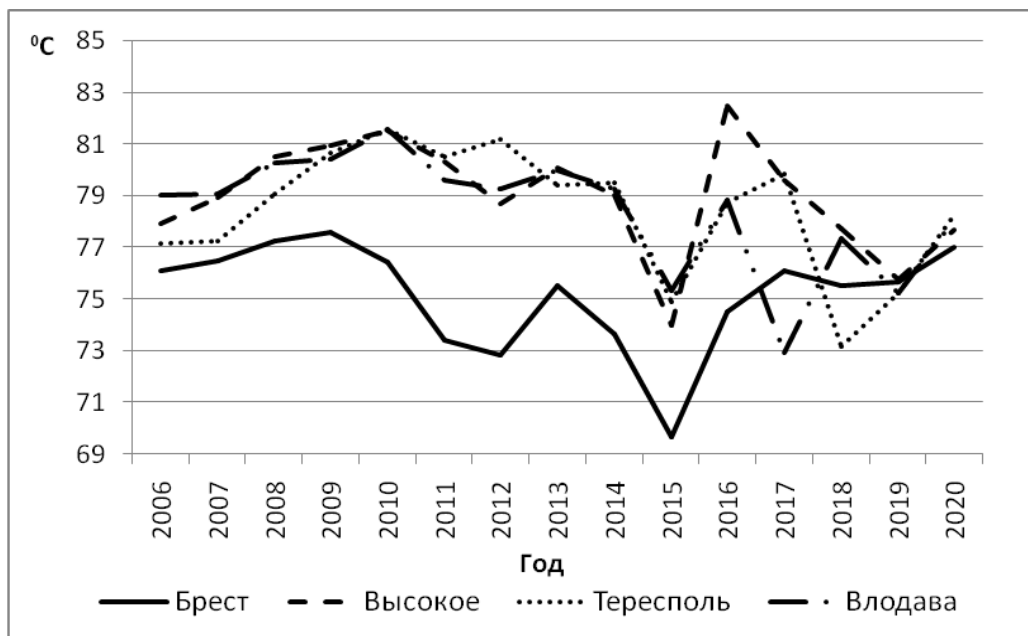


Рисунок 10 – Среднегодовая относительная влажность по метеостанции Брест, Высокое, Влодава и Тересполь

А понижение среднегодовой и среднемесячной относительной влажности в г. Пинске и его пригороде показано на рисунке 11, 12. Разница в относительной среднемесячной влажности – от 0 (единичные случаи) до 5,8 %, а в среднем 1,5 %. А в среднегодовой – от 0 (единичные случаи) до 4,83 %, в среднем 2 %. Только в редких случаях влажность в г. Пинске была выше, чем в Полесском (2014 г.).

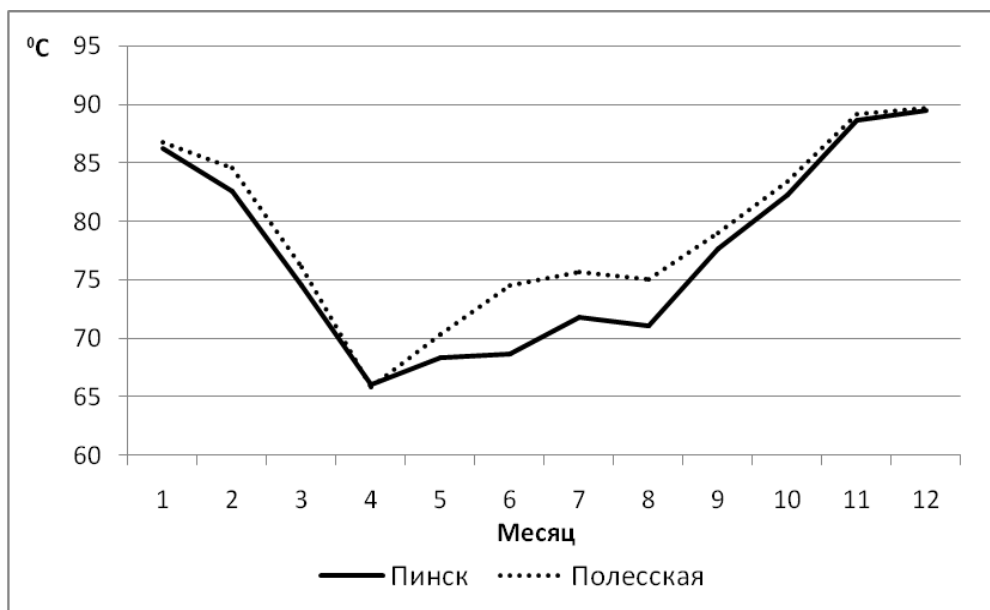


Рисунок 11 – Среднемесячная относительная влажность по метеостанции Брест, Высокое, Влодава и Тересполь

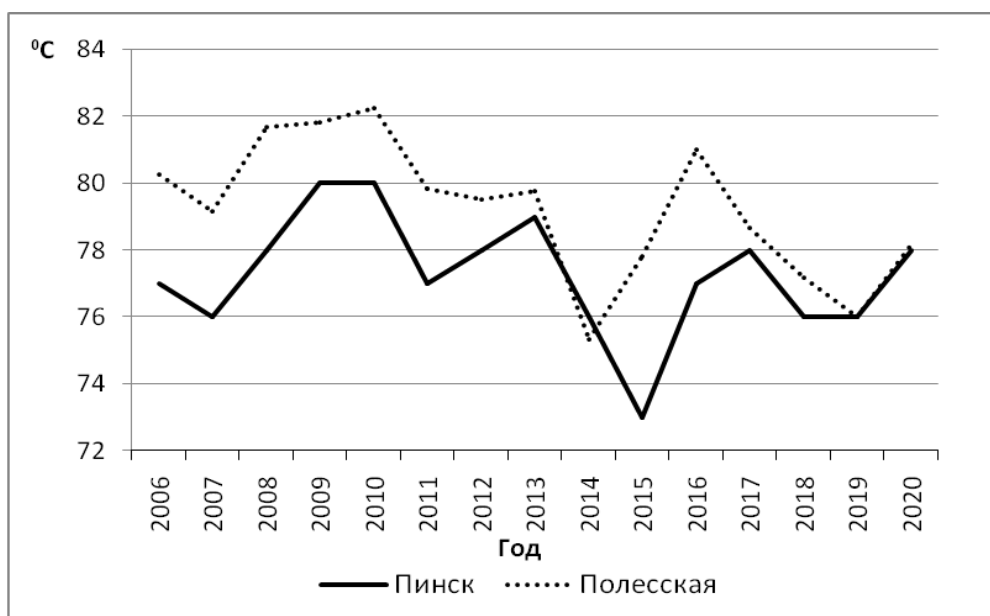


Рисунок 12 – Среднегодовая относительная влажность по метеостанции Брест, Высокое, Влодава и Тересполь

Заклучение. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что среднегодовая, среднемесячная и минимальная температуры воздуха в г. Бресте и г. Пинске в большинстве случаев выше, чем в пригороде, а средняя относительная влажность ниже. В среднем за период с 1975 по 2020 гг. разница в средней температуре была следующая: г. Брест и пригород – 0,3 (среднемесячная), 0,5 °C (среднегодовая), г. Пинск и пригород – 0,75 (среднегодовая), 0,8 °C (среднемесячная). Разница в средней минимальной температуре за период с 2006 по 2020 гг. : г. Брест и пригород – 0,9 °C (среднегодовая), 0,75 °C (среднемесячная), г. Пинск и пригород – 1,7 °C (среднегодовая), 1,45 °C (среднемесячная). А разница между относительной влажностью за период с 2006 по 2020 гг.:

г. Брест и пригород – 3,5 % (среднемесячная и среднегодовая), г. Пинск и пригород – 1,5 % (среднемесячная), 2 % (среднегодовая).

Таким образом, установлено повышение температуры воздуха и понижение относительной влажности в крупном городе по сравнению с его пригородом в период с 1975 по 2020 гг., что доказывает влияние городской среды на эти климатические характеристики. Город с наибольшим количеством населения, промышленных предприятий, городской застройкой и меньшим количеством зеленых насаждений, а также большей площадью, всегда формирует свой особый микроклимат.

Из вышесказанного следует, что современный город оказывает влияние на микроклимат, в особенности на температуру воздуха. Деятельность человека помимо природных факторов может приводить к увеличению средней и минимальной температуры воздуха в крупном городе по сравнению с пригородом на несколько градусов. За пределами города температура всегда ниже внутригородской, что приводит к снижению комфортности городской среды для людей. Вследствие важности проблемы данное исследование требует дальнейшего и детального мониторинга.

Список цитированных источников

1. Хомич, В. А. Экология городской среды: учеб. пособие для вузов / В. А. Хомич. – Омск : Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.
2. Шарухо, И. Н. Атмосфера. Температурный режим / И. Н. Шарухо, М. Е. Захарова // Географія. Серія «У дапамогу педагогу». – 2016. – № 11. – С. 39–45.
3. Челноков, А. А. Экология городской среды / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, Е. Е. Григорьева. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 368 с.
4. Golany, G. Urban design morphology and thermal performance / G. Golany. – Atmos Environ, 1996. – 30 p.
5. Логинов, В. Ф. Причины и следствия климатических изменений / В. Ф. Логинов. – Минск, 1992. – 320 с.
6. Логинов, В. Ф. Особенности изменений и неопределенности оценок глобальной и региональной температуры / В. Ф. Логинов, В. С. Микуцкий // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Брест, 6–8 апреля 2016 г. : в 2 частях / Министерство образования РБ, БрГТУ, Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды, Брестмелиоводхоз ; под ред. А. А. Волчека [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2016. – Часть 1. – С. 16–32.
7. Онискевич, Е. В. Загрязнение атмосферного воздуха в городе Бресте / Е. В. Онискевич // Мая Радзіма – Беларусь. – Брест, 2008. – С. 114–116.
8. Лихачев, Н. Е. Малые города Беларуси: социально-экономическое положение и перспективы развития: монография / Н. Е. Лихачев. – Минск : УП «Экоперспектива», 2006. – 10 с.
9. Токарчук, С. М. Основные климатические характеристики г. Бреста и особенности их изменения: сравнительно-географический аспект / С. М.

Токарчук, Я. Г. Янчук // Псковский региональный журнал. – 2015. – №24. С. 59–71.

10. Pogodaiklimat. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>.
11. Логинов, В. Ф. Практика применения статистических методов при анализе и прогнозе природных процессов / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, П. В. Шведовский. – Брест : Изд-во БГТУ, 2004. – 301 с.
12. Волчек, А. А. Математические модели в природопользовании. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. А. Волчек, П. В. Шведовский, Л. В. Образцов. – Минск : Издательский центр БГУ, 2002. – 282 с.

УДК 91:504

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОСБОРОВ БАССЕЙНА РЕКИ МУХАВЕЦ

А. А. Волчек¹, И. В. Окоронко²

¹ УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, volchak@tut.by

² УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», Брест, Беларусь, okoronko2007@ya.ru

Аннотация

В статье представлена гидроэкологическая оценка малых водосборов бассейна р. Мухавец с использованием методики анализа посредством оценки различных показателей природной защищенности территории и факторов антропогенной нагрузки. Научная новизна исследований заключается в использовании разработанной нами методики оценки гидроэкологической ситуации малых водосборов рек Белорусского Полесья на основе матрицы атрибутивных показателей, позволяющей с учетом обобщенных балльных оценок выделить категории земель с различной гидроэкологической ситуацией, провести районирование исследуемой территории по преобладающим видам антропогенных воздействий и степени экологической опасности.

Ключевые слова: гидроэкологическая оценка, гидрографическая сеть, речные бассейны, атрибутивные показатели, природные средообразующие факторы, факторы антропогенной нагрузки.

HYDROECOLOGICAL ASSESSMENT OF DRAINAGE IN THE MUKHAVETS RIVER BASIN

A. A. Volchak, I. V. Akoronka

Abstract

The article presents a hydroecological assessment of small catchments of the river basin. Mukhavets, using the analysis methodology by assessing various indicators of the natural protection of the territory and factors of anthropogenic load. The scientific novelty of the research lies in the use of the methodology developed by us for assessing the hydroecological situation of small catchments of the rivers of the Belarusian Polesye on the basis of a matrix of attributive indicators, which, taking into ac-