

ТМ с преимущественным накоплением цинка и меди, тогда как свинец и кадмий поступают в крайне малых количествах. Однако закономерности накопления ТМ данными культурами при выращивании на загрязненных почвах могут быть иными, что крайне важно для оценки их ремедиационных свойств и требует проведения дальнейших экспериментальных исследований в данном направлении.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что наибольшей способностью к накоплению ТМ в своих органах среди анализируемых декоративных цветочных культур обладают амарант (*Amaranthus*) и бархатцы (*Tagetes*), которые могут быть рекомендованы к использованию в качестве фиторемедиаторов городских почв, загрязненных ТМ в невысоких концентрациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копцик, Г. Н. Проблемы и перспективы фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) / Г. Н. Копцик // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1113–1130.
2. Phytoremediation: Biotechnological Strategies for Promoting Invigorating Environs. – Amsterdam : Elsevier Science, 2021. – 538 p.
3. Почвы. Отбор проб : ГОСТ Р 58595-2019. – М. : Стандартинформ, 2019. – 8 с.
4. Перельман, А. И. Геохимия : учеб. для геол. специальностей вузов / А. И. Перельман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1989. – 528 с.
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : информ.-поисковая система. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/. – Дата доступа: 17.08.2023.

УДК 551.55(476-14)

А. В. ГРЕЧАНИК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина
E-mail: Hrachanika@tut.by

ВЛИЯНИЕ БОЛЬШИХ ГОРОДОВ НА ПОКАЗАНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ

Введение. Ветер является основной климатической характеристикой, которая широко используется при решении ряда инженерных, экологических, медицинских и других задач. Поэтому объективная оценка

характеристик ветрового режима весьма актуальна. Проблема заключается в том, что созданные в середине прошлого века метеостанции располагались на окраине городов, а в настоящее время уже окружены плотной городской застройкой. Особенно это касается больших городов с плотной высотной застройкой и значительными промышленными зонами, что не позволяет дать реальную оценку скорости ветра. Городские застройки создают своеобразный антропогенный ветровой режим, что может приводить к сильным порывам ветра и опасным последствиям для жизни и здоровья человека, а также для его имущества. Кроме того, сильные порывы ветра и шквалы в городе могут приводить к следующим последствиям: повреждение зданий, крыш и других конструкций, падение деревьев и веток, затруднение дорожного движения, подъем мелких предметов и пылевых частиц в воздух. Штилевые условия и тихие ветра могут также вызывать негативные последствия, такие как затяжная жара, образование тумана и смога, снижение качества воздуха и накопление загрязнений.

Скорость ветра – это не единственный критерий опасности. Учитывать необходимо и такие параметры, как направление ветра, его устойчивость и длительность.

Целью настоящей работы является оценка влияния городских застроек на ветровой режим, измеряемый на метеостанциях.

Материалы и методы. Информационную базу для проведения исследования составили данные многолетних инструментальных наблюдений государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за средней и максимальной скоростью ветра за период 1951–2020 гг.

Для изучения зависимости скорости ветра от размеров города нами проведен сравнительный анализ среднегодовой и максимальной скоростей ветра для городов разной величины. Отобраны города с различной численностью населения, расположенные в схожих физико-географических условиях. Сформированы следующие пары городов: Брест – Высокое, Витебск – Сенно, Гомель – Василевичи, Гродно – Лида, Минск – Борисов, Могилев – Кличев.

В исследовании использованы два интервала: 1951–1987 гг. и 1988–2020 гг. Это обусловлено тем, что с 1988 г. наблюдается современный этап потепления климата, что отражается на всех метеорологических показателях [1]. Статистическая значимость различий за рассматриваемые периоды для средних величин оценивалась с помощью *t*-критерия Стьюдента, а характер колебаний – *F*-критерия Фишера [2].

Результаты и обсуждение. Представление о механическом воздействии ветра на организм человека дает шкала Бофорта в ее модифицированной версии, применимой к районам суши для высоты на уровне пешеходов. Физиологические эффекты являются более сложными, так как зависят от дополнительных факторов и их взаимодействия. Эмпирическое правило для оценки комфортности было выведено А. Ф. Вайсом и А. Д. Пендварденом и основывается на следующих базовых значениях скорости ветра: $V = 5$ м/с – пороговое значение комфортной скорости; $V = 10$ м/с – безусловно некомфортное значение скорости; $V = 20$ м/с – опасная для человека скорость ветра. Следовательно, приемлемым условием для человека является скорость ветра, не превышающая значение 5 м/с на протяжении более 80 % времени в году [3].

За период 1988–2020 гг. средняя скорость ветра на территории Беларуси составляет 2,67 м/с (по областям: Брестская – 2,75 м/с, Витебская – 2,59 м/с, Гомельская – 2,31 м/с, Гродненская – 3,32 м/с, Минская – 2,33 м/с, Могилевская – 3,20 м/с). Наиболее широкое распространение получили средние скорости ветра от 2,2 до 3,6 м/с, что является комфортной для человека скоростью ветра.

В ходе работы проанализирована повторяемость различных значений скорости ветра. Для Беларуси наиболее характерны слабые ветра (2–5 м/с): их доля составляет 66,5 %. Штилевые условия и тихие ветра характерны в 26,4 % случаев. Доля умеренных ветров (6–9 м/с) составляет 6,6 %. Доля сильных ветров (более 10 м/с) составляет 0,5 %, чаще всего они фиксируются на метеорологических станциях Гродно, Полесская, Брагин.

Рассмотрим устойчивость выборочных статистик (средних коэффициентов вариации) при изменении интервалов осреднения применительно к среднегодовым скоростям ветра. В таблице приведены результаты сравнительного анализа основных выборочных статистик на однородность для рассматриваемых пар городов.

Таблица – Эмпирические значения t -критерия Стьюдента и F -критерия Фишера

Города	Критерий	Интервалы осреднения среднегодовых скоростей ветра			Максимальные скорости ветра
		1951–2020	1951–1987	1988–2020	1988–2020
Брест – Высокое	t	2,23,	3,74,	0,04,	0,68,
	F	2,33	2,21	1,31	1,11
Витебск – Сенно	t	1,45,	1,96,	1,71,	0,67,
	F	1,17	1,70	1,05	1,07
Гомель – Василевичи	t	4,59,	6,65,	4,49,	1,22,
	F	2,50	3,26	3,35	1,10

Продолжение таблицы

Гродно – Лида	<i>t</i> <i>F</i>	7,28, 2,98	2,84, 1,51	11,57, 1,28	2,49, 1,55
Минск – Борисов	<i>t</i> <i>F</i>	1,89, 2,19	0,09, 5,59	4,42, 1,47	3,61, 1,42
Могилев – Кличев	<i>t</i> <i>F</i>	15,97, 1,45	11,21 1,29	12,20, 1,75	0,31, 1,46

Примечание – Выделены эмпирические критерии выше критических.

В результате анализа выборочных средних среднегодовых скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha = 5\%$ установлены для всех периодов по метеостанциям Гомель – Василевичи, Гродно – Лида, Могилев – Кличев, для метеостанций Брест – Высокое для периодов 1951–2020 и 1951–1987 гг., для метеостанций Витебск – Сенно для периодов 1951–1987 и 1988–2020 гг., для метеостанций Минск – Борисов для периодов 1951–2020 и 1988–2020 гг.

Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для всех периодов метеорологических станций Гомель – Василевичи, для метеостанций Брест – Высокое и Минск – Борисов для периодов 1951–2020 и 1951–1987 гг., для метеостанций Гродно – Лида для периода 1951–2020 гг. Для метеорологических станций Витебск – Сенно и Могилев – Кличев статистически значимых различий коэффициентов вариации не выявлено.

В результате анализа выборочных средних максимальных скоростей ветра за рассматриваемый интервал статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha = 5\%$ были установлены по метеостанциям Гродно – Лида, Минск – Борисов, которые расположены в пределах Белорусской гряды. Для метеостанций Брест – Высокое, Витебск – Сенно, Гомель – Василевичи, Могилев – Кличев статистических значимых различий средних максимальных скоростей ветра не выявлено.

Для всех рассматриваемых пар городов за современный период статистически значимых различий коэффициентов вариации не выявлено.

Заключение. Для территории Беларуси отмечается преобладание комфортных для человека скоростей ветра. Сравнительный анализ характеристик скорости ветра за периоды 1951–1987 и 1988–2020 гг. для городов с различной численностью населения показал, что для среднегодовых скоростей имеет место математически значимые различия между городами, различающимися по величине. Для максимальных годовых скоростей ветра математически значимая разница установлена только для городов, расположенных в пределах Западно-Белорусской физико-географической провинции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменения климата: последствия, смягчение, адаптация : учеб.-метод. комплекс / М. Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2015. – 424 с.
2. 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 БрГТУ, 2004. – 301 с.
3. Джабиева, К. В. Влияние ветрового режима на планировку городов / К. В. Джабиева [Электронный ресурс] // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018002155>. – Дата доступа: 25.08.2023.

УДК 055.379 57.042

А. Д. ЖИГАЛИН¹, Е. В. АРХИПОВА², О. В. АНИСИМОВА²

¹Россия, Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова; ИФЗ имени О. Ю. Шмидта РАН

²Россия, Дубна, Государственный университет «Дубна»

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ УРБЭКОЛОГИЯ

Города представляют собой уходящую в глубокую древность и вместе с тем самую современную форму расселения. Городские поселения привлекают пристальное внимание жителей Земли и широкого круга специалистов различных профессий. Изначально города-крепости служили защитой для своих жителей, что на многие века определило их защитную социальную функцию. С течением времени у городов появляется много новых привлекательных сторон. Однако с ростом городов многомерно усложняется их инфраструктура, появляются новые возможности и потребности.

Уже сейчас больше половины (50–70 %) населения Земли являются городскими жителями. Для России эта цифра составляет более 74 %, для Европы – 74 %; есть страны, где 100 % населения живет в городах, сохранились и города-государства. Согласно прогнозам, в 2050 г. 70 % населения нашей планеты будут жить в больших и малых городах. Вместе с тем общепринятого определения, что такое город, не существует. Каждая группа урбанистов рассматривает городские поселения через «свою призму», опираясь на «очевидные» им критерии. С точки зрения