



УДК 69.036

DOI 10.25628/UNIIP.2025.65.2.012

БЕЛЯЕВА З. В., ДУБИНСКИЙ С. И., КОГТЕВА Д. В.

## Учет данных метеостанции при расчете ветровых нагрузок: пример Шадринска

**Беляева  
Зоя  
Владимировна**

кандидат технических наук, заведующий кафедрой, доцент, заместитель директора по науке и инновациям, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: z.v.beliaeva@urfu.ru

В статье подчеркивается значимость оценки влияния статистических данных и их графического представления о параметрах ветра для расчета ветровых нагрузок метеостанции. Анализ скорости и направления ветра позволяет обеспечивать детальное понимание местных ветровых условий, что необходимо для дальнейших исследований в области разрушения фасадных конструкций и влияния окружающей застройки и рельефа на «чистоту» получаемых результатов. Результаты исследования могут быть использованы для уточнения карт ветровых районов и разработки ресурсов для отслеживания совокупности влияния современной окружающей застройки и климатических особенностей местности.

**Ключевые слова:** ветровая нагрузка, скорость ветра, направление ветра, пиковые значения ветровых нагрузок, метеорологическая станция, метеорология.



**Дубинский  
Сергей  
Иванович**

кандидат технических наук, технический эксперт, АО ВНИИЖТ, Москва, Российская Федерация

e-mail: sergdubserg@gmail.com

*Belyaeva Z. V., Dubinsky S. I., Kogteva D. V.*

*The integration of meteorological station data into the computation of wind forces: Shadrinsk's case study*

*The article emphasizes the importance of assessing the impact of statistical data and their graphical representation of wind parameters for calculating wind loads of a weather station. The analysis of wind velocity and direction provides a thorough comprehension of local wind patterns, which is essential for further investigations into the degradation of facade structures. Additionally, it allows for a deeper understanding of how surrounding buildings and terrain affect the accuracy of results. The findings can be utilized to refine wind area maps and create tools for monitoring the overall effect of current environmental changes and climatic conditions in the region, thereby contributing to a more accurate assessment of environmental factors.*

*Keywords: wind load, wind speed, wind direction, peak wind loads, meteorological station, meteorology.*



**Когтева  
Дарья  
Викторовна**

аспирант, инженер, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: kdaryav@inbox.ru

### Введение

Важным фактором изучения влияния ветровой нагрузки на здания и сооружения является учет фактических нагрузок, анализ произошедших событий и фиксация реальных значений показателей ветра. В контексте оценки локальных минимумов и максимумов пиковых давлений можно повысить точность моделирования формы здания и провести расчеты для полного набора направлений ветра. Для оценки ресурса фасадных конструкций необходимо рассматривать диаграммы повторяемости ветра по силе и направлению (т. е. «розу ветров») в сочетании со спектральным составом и частотой экстремальных значений [1].

Особое внимание нужно уделить анализу размещения метеостанций, чистоте и статистической изменчивости их показаний, а также удаленности от рассматриваемого здания или сооружения, и исследованию ближайшей застройки и ее влияния на рассматриваемое здание [5].

Актуальность исследования подтверждается работой В. В. Тура, О. П. Мешика, С. С. Дереченника и др. [12] по опыту разработки ГИС

для назначения климатических воздействий на строительные конструкции зданий и сооружений ввиду региональных особенностей климатических воздействий.

### Методология работы.

#### Обзор существующей литературы

В соответствии с п. 11.1.7 СП 20.13330.2016<sup>1</sup> для сооружений повышенного уровня ответственности аэродинамические коэффициенты можно было определять с применением математического (численного) моделирования ветровой аэродинамики на основе численных схем решения трехмерных уравнений движения жидкости и газа с адекватными модели турбулентности, реализованных в современных верифицированных лицензионных программных комплексах вычислительной гидрогазодинамики. В Изменении 3<sup>2</sup> того же документа такая возможность исключена, речь

<sup>1</sup> СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализир. ред. СНиП 2.01.07–85\* (с изм. № 1, 2).

<sup>2</sup> СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализир. ред. СНиП 2.01.07–85\* (с изм. № 1, 2, 3, 4).

идет о необходимости проведения испытаний в аэродинамической трубе или ссылке на опубликованные данные исследований. Испытания предлагается провести на последующих стадиях разработки.

В работе [7] отражена проблема изменения местоположения метеостанций в процессе развития планировочной структуры российских городов-миллионников. В Москве, Санкт-Петербурге, Перми, Екатеринбурге, Челябинске, Волгограде, Омске приборы метеостанций со временем получали искаженные неконтролируемой застройкой данные. В [8] описана оценка изменения скоростей ветра и ветровых нагрузок в Краснодарском крае с 1945 по 2012 г., причиной изучения которой стала гипотеза значительного отклонения показателей от значений, используемых для составления нормативных документов по строительной климатологии. В [13] предложена методика построения уточненной розы ветров, содержащей информацию о повторяемости ветров различной силы по 16 направлениям. Ее использование приводит к повышению точности и качества детализации как численного, так и экспериментального моделирования ветровых воздействий на здания и сооружения. В [3; 4] показаны предпосылки учета климатического микрорайонирования для архитектурно-строительного проектирования, что является общим рассмотрением влияния фактических природных воздействий. В [9] продемонстрирован анализ фактических данных и сравнение их с нормативными показателями, указанными в СП 131.13330.2020<sup>3</sup>, что в совокупности со всеми представленными исследованиями подтверждает актуальность подхода к сбору метеорологических данных для анализа сходимости с нормативными показателями. В [15] отражены акценты внедрения биоклиматологии как приоритетного направления для прогнозирования климатических изменений.

В современных зарубежных исследованиях [16–18] видна тенденция внедрения методов машинного обучения для прогнозирования погоды и оценки влияния климатических факторов, поиска скрытых зависимостей между метеорологическими параметрами и влияния расположения метеостанций, проверки достоверности определяемых клима-

тических параметров, полученных с метеорологических станций. В [19] представлены результаты биоклиматологии в Институте географии, которые превратились в важнейшую область исследований адаптации, напрямую способствуя организации территории в различных регионах страны. Работы [20–23] посвящены установлению особых корреляций и прогнозированию точности получаемых данных для повышения эффективности защитных мер от ветровых воздействий при решении практических задач.

**Методы исследования** — анализ базы значений климатических показателей, проведение беседы с представителями метеорологической станции г. Шадринска о специфике работы приборов и учета сведений. По результатам полученных материалов проведен синтез факторов развития направления учета климатических факторов при расчетах ветровой нагрузки с помощью систематизации полученных данных.

#### **Влияние расположения метеостанций**

Российское законодательство регламентирует требования по охране режима наблюдений метеостанций и назначает границы охранных зон. Однако вопрос контроля соответствия этих требований фактическому положению дел остается нерешенным. Такой контроль необходим на этапах поверки приборов и оборудования метеостанций, а также после каждого изменения даже небольшой части застройки окружающего пространства метеостанции с ведением журнала изменений. Важно понимать, что охранный зона метеорологической станции — зона с особыми условиями — должна отображаться на генпланах города и схеме территориального планирования.

История законодательного регулирования и соблюдения охранного режима метеорологических станций начинается с первых лет СССР. Уже тогда было законодательно закреплено правило оповещения метеостанций о возводимых зданиях и сооружениях, нарушающих требования по высоте и аэрации, близ охранный зоны, с последующим решением проблемы влияния застройки на значения датчиков. В настоящий момент произошло ослабление режима охранный зоны метеорологических станций:

1 Нет четкого обозначения охранный зоны. В действующих нормативных документах прописано, что охранный зона определяется

в зависимости от рельефа местности.

2 Отсутствует регламент использования территории охранный зоны. Отсюда необходимо провести работы по корректировке градостроительных норм по отображению границ охранных зон, а также доработке регламента их использования<sup>4</sup>.

В российских исследованиях отражены результаты одновременных измерений профилей ветра датчиками на высокой мачте в г. Обнинск. Выводы эксперимента состоят в том, что:

- 1 Содары разного производства демонстрируют высокое качество измерений скорости ветра на высоте 300 м.
- 2 Статистическая связь между измерениями скорости ветра различными инструментами в течение длительной кампании может быть принципиально различной в отдельные дни, что объясняется, вероятно, влиянием некоторых метеорологических факторов.
- 3 Чем дольше период усреднения данных и чем выше уровень сравнения, тем, как правило, ближе статистическая связь между результатами одновременных измерений скорости ветра.

Данные метеостанций важны и при анализе ветровых нагрузок, что сказывается при расчете на средних данных для целого ветрового района. Для оценки скорости порывов ветра крайне необходимо обеспечить естественный поток [7]. Для изучения влияния местности, близлежащей застройки к рассматриваемому зданию анализируем г. Шадринск Курганской области.

#### **Данные метеостанции**

Для анализа повторяемости ветра на основании актуальной базы и описания массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России от 2020 г. [2] проведен сбор информации по метеорологическим станциям.

Метеорологическая станция в г. Шадринске (Иллюстрация 1) расположена в южной части города в районе частной застройки. Расположение удовлетворяет требованиям.

В публикации [11] подчеркнута рациональность определения нормативного ветрового давления при помощи статистических данных. С помощью конкретизации расположения объекта на территории города и расположения анемометров можно минимизировать затраты на строи-

4 Корректировка генерального плана города Шадринска. Пояснит. записка. МК № 1 от 4 августа 2008 г.

3 СП 131.13330.2020 «Строительная климатология». Актуализир. ред. СНиП 23-01-99\*. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru> (дата обращения: 05.03.2025).



Иллюстрация 1. Общий вид метеостанции в г. Шадринске. Фото Д. В. Когтевой. 2024 г.



Иллюстрация 2. Общий вид Шадринска. Автор А. Елов. Источник: <https://elov-andrew.livejournal.com/439037.html>

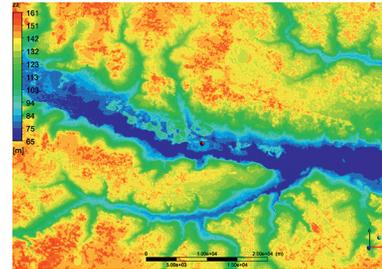


Иллюстрация 3. Высотность местности г. Шадринск. Автор С. И. Дубинский. 2024 г.

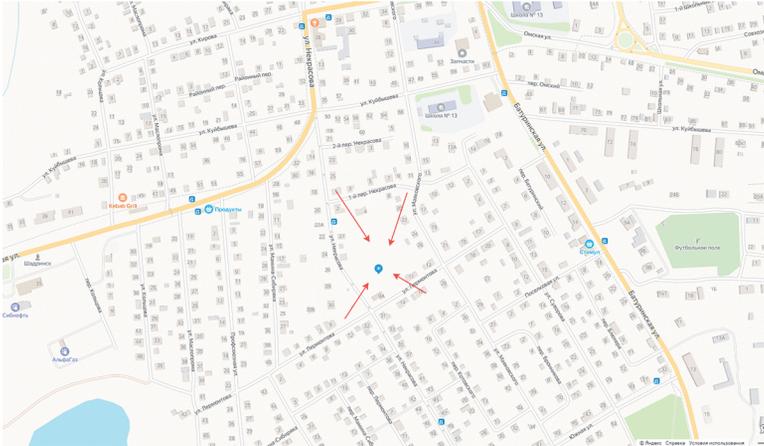


Иллюстрация 4. Расположение метеостанции. Автор Д. В. Когтева. Источник: <https://yandex.ru/maps/11159/shadrinsk/sputnik/?ll=63.638873%2C56.065994&z=18>

тельство и увеличить надежность несущих и фасадных конструкций здания.

#### Анализ застройки и рельефа

Шадринск расположен на Западно-Сибирской низменности в Восточном Зауралье в пределах водораздельного плато, прорезанного долинами р. Исеть и ее левобережного притока р. Канаш. Плато имеет равнинную поверхность, на отдельных участках нарушенную карьерами и отвалами, слабонаклоненную в сторону речных долин. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 82 до 136,6 м. Уклоны поверхности на большей части плато не превышают 5%, лишь на отдельных участках они увеличиваются до 10–20% и более. Город характеризуется типичной для РФ застройкой: малоэтажные (1–2 этажей) и средней этажности здания (3–5 этажей). Зданий повышенной этажности не более 20. На Иллюстрации 2 показано положение метеостанций, чьи восьми-строчные данные (шаг замеров 3 часа) находятся в открытом доступе на сайте ВНИИГМИ-МЦД и обработаны С. И. Дубинским (как и еще для примерно 500 станций).

Для получения застройки используем ресурс [openstreetmap.org](https://openstreetmap.org). Экспортированный файл OSM преобразуем в файл ANSYS APDL с использовани-

ем разработанной программы. После экспорта файла в ANSYS можно проанализировать высотное положение города.

Метеостанция расположена примерно на одном уровне с условным центром города (Иллюстрация 3). Местность сама по себе не является холмистой. Однако прослеживаются тенденции изменения ветровых потоков относительно центра города, отдаленных районов и набережной р. Исеть.

Важным фактором изучения влияния ветровой нагрузки на здания и сооружения является учет фактических нагрузок, анализ произошедших событий и фиксация реальных значений показателей ветра.

Для исследования показаний метеостанции и влияния различных факторов на показания определим ее точное расположение с учетом застройки (Иллюстрация 4).

В Таблице 1 приведены данные со средними значениями для близлежащих метеостанций к г. Шадринску за 1980–2020 гг. Средняя скорость в шести населенных пунктах, включая Шадринск, находится в диапазоне от 2.02 до 3.67 м/с. При этом максимальное среднее значение зафиксировано в г. Курган. Максимальная скорость ветра, согласно статистическим данным, находится в отрезке от 25

до 34 м/с. Значение 34 м/с было отмечено в г. Шадринске.

В Таблице 2 приведена повторяемость скоростей ветра в часах в год за 2015–2020 гг., где по оси X – скорость ветра в отрезке, по оси Y – направление в градусах от условного нуля (0 – северное направление); наиболее повторяющиеся скорости относительно направления ветра показаны красным, наименее повторяющиеся – зеленым.

Сформирована Таблица 4 по данным ВНИИГМИ МЦД в г. Шадринск по точным датам, когда скорость превышала 20 м/с. Наибольшая скорость отмечена 02.05.2007 г. и составляла 34 м/с.

#### Результаты и обсуждение

Анализируя результаты повторяемости ветров (Таблицы 2, 3), можно сделать вывод, что наиболее повторяемым сочетанием направления и скорости ветра в 1980–2020 гг. был западный ветер 3–4 м/с. Были зафиксированы и переведены в специальную таблицу (см. Таблицу 4) случаи увеличения значения скорости ветра на точные даты, что позволит в дальнейшем исследовать случаи разрушения и произвести сравнительные расчеты на значение точных данных.

Исследование особенностей ветровых воздействий на территории г. Шадринска в фактически произошедших разрушениях будет в дальнейшем подробно проанализировано. Мы рассмотрим расчет пиковых значений на конструкции фасадов и проанализируем влияние ветровых нагрузок на данные разрушения. Работы будут производиться по следующей схеме: построена трехмерная аэродинамическая модель города с окрестностями, определены поля скоростей ветра для нескольких экстремальных ситуаций, характеризующихся заметными разрушениями. Ветер будет задан исходя из известных данных на точную дату. После сверки зон разрушений по расчету и наблюдениям будет сделан вывод о применимости методов и эффективности анализа метеоданных.

Таблица 1. Осредненные данные с расположенных вблизи г. Шадринска метеостанций по данным ВНИИГМИ МЦД (годы розы ветров для метеостанций за 1980–2020 гг.)

№	Наименование населенного пункта	№ станции	$V_{\text{ср}}^1$ м\с	$V_{\text{макс}}^1$ м\с	Осадки ср, мм	Осадки макс, мм	$T_{\text{ср}}^{\circ}$	$T_{\text{мин}}^{\circ}$	$T_{\text{макс}}^{\circ}$
1	Тюмень	28367	2.41	27	0.14	77	2.33	-40	35
2	Екатеринбург	28440	2.80	26	0.15	58	3.27	-35	36
3	Верхнее Дуброво	28445	2.02	25	0.16	67	2.43	-36	36
4	Шадринск	28552	2.58	34	0.13	65	3.13	-38	38
5	Памятное	28561	3.24	28	0.11	75	2.04	-42	37
6	Курган	28661	3.67	28	0.11	52	2.83	-38	38

Таблица 2. Повторяемость скоростей и направлений ветра (часов в год) MS\_063\_39E\_56\_04N\_28552 (2015–2020 гг.)

Скорость ветра, м\с	Направление													
	0–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18	19–20	21–22	23–24	25–26	27–28
0	10,0	35,0	63,6	66,0	55,2	27,6	12,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22,5	23,0	43,0	64,2	67,2	36,6	13,2	6,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	65,0	86,0	70,2	45,6	35,4	8,4	5,4	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
67,5	134,0	252,0	106,8	39,0	21,6	9,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90	67,0	176,0	136,8	88,8	46,2	11,4	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
112,5	35,0	78,0	66,6	31,2	10,8	5,4	3,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
135	19,0	73,0	64,8	46,2	11,4	8,4	1,8	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
157,5	26,0	86,0	88,8	75,0	33,0	9,6	3,0	1,8	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
180	64,0	121,0	128,4	106,2	79,8	33,0	16,2	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
202,5	89,0	142,0	211,8	200,4	138,6	92,4	36,0	12,0	3,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
225	175,0	210,0	205,2	185,4	135,0	79,2	28,8	10,8	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
247,5	175,0	265,0	193,8	173,4	137,4	64,8	30,0	13,8	4,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
270	133,0	339,0	256,2	195,0	129,0	65,4	22,8	13,8	3,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
292,5	52,0	107,0	127,8	122,4	100,8	55,8	17,4	9,6	1,8	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0
315	24,0	53,0	78,0	76,8	78,6	36,0	15,6	3,6	2,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
337,5	19,0	35,0	81,6	100,8	70,2	32,4	12,6	2,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 3. Повторяемость скоростей и направлений ветра (ветра в год) MS\_063\_39E\_56\_04N\_28552 (1980–2020 гг.)

Скорость ветра, м\с	Направление													
	0–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18	19–20	21–22	23–24	25–26	27–28
0	21,0	46,0	73,7	61,8	52,7	24,9	12,6	3,6	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
22,5	34,0	86,0	71,5	58,7	40,8	13,8	7,9	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	52,0	110,0	70,3	45,5	29,1	10,5	4,4	1,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
67,5	78,0	165,0	98,2	45,6	27,7	10,6	3,9	0,3	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
90	99,0	209,0	127,6	71,5	37,4	14,0	6,9	1,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
112,5	35,0	77,0	56,0	28,1	14,6	5,9	1,9	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
135	42,0	92,0	60,5	35,1	16,9	7,4	3,3	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
157,5	40,0	93,0	79,8	54,5	31,0	13,3	7,2	2,3	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
180	80,0	147,0	138,9	112,9	96,3	49,1	35,3	13,6	4,6	1,5	0,4	0,0	0,0	0,0
202,5	87,0	167,0	174,9	149,8	130,9	77,4	47,7	19,8	7,8	1,0	0,2	0,2	0,0	0,0
225	132,0	222,0	180,4	144,8	109,5	64,5	32,5	17,1	4,9	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0
247,5	126,0	224,0	180,7	149,9	121,9	61,3	34,7	13,9	5,2	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0
270	184,0	376,0	276,4	199,0	154,0	67,8	38,9	15,8	6,8	2,4	0,3	0,1	0,1	0,2
292,5	55,0	145,0	132,6	101,3	79,4	41,4	22,0	9,0	2,4	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0
315	37,0	89,0	83,5	71,1	56,6	27,2	15,9	5,0	2,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0
337,5	27,0	72,0	80,9	78,5	57,3	29,5	12,9	4,7	1,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0

## Заключение

Моделирование ветровых нагрузок внутри застройки возводимых зданий, анализ результатов внутри устоявшегося района помогут предотвратить возникновения дефектов и разрушения зданий и конструкций фасадов, в частности. Нужно с особой важностью относиться к анализу застройки и влияния высоты близлежащих зданий на характеристики ветрового потока. Данная работа вносит большой вклад в развитие направления исследований взаимосвязи расчетных и фактических ветровых нагрузок, что в дальнейшем предотвратит негативное влияние на конструкции здания.

## Список использованной литературы

- [1] Белостоцкий А. М. Прогноз ветровых воздействий в зоне большого Сочи на основе численного моделирования задач аэродинамики // Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций. — 2011. — Т. 7, № 2. — С. 27–38: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18973098> (дата обращения: 05.03.2025).
- [2] Булыгина О. Н., Веселов В. М., Разуваев В. Н., Александрова Т. М. «Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России». Свидетельство о государствен-

Таблица 4. Даты скоростей >20 м/с по данным ВНИИГМИ МЦД за 1980–2020 гг. в г. Шадринске

Дата	V <sub>макс</sub> в порывах, м/с	Направление		Дата	V <sub>макс</sub> в порывах, м/с	Направление	
26.01.1985	20	200	ЮЗ	01.11.1999	20	260	ЮЗ
26.01.1985	20	210	ЮЗ	01.05.1999	24	200	ЮЗ
16.05.1985	22	260	ЮЗ	01.05.1999	22	190	Ю
16.05.1985	21	270	З	09.05.1999	22	210	ЮЗ
24.05.1985	20	300	СЗ	09.05.1999	21	260	ЮЗ
04.06.1985	20	200	ЮЗ	19.05.1999	22	170	ЮВ
20.02.1986	20	290	СЗ	19.05.1999	20	190	Ю
30.04.1986	21	240	ЮЗ	15.09.2001	20	270	З
30.04.1986	20	310	СЗ	08.03.2002	20	240	ЮЗ
01.07.1987	20	200	ЮЗ	09.03.2002	20	240	ЮЗ
10.10.1987	20	180	Ю	07.06.2003	20	225	ЮЗ
10.10.1987	21	160	ЮВ	07.06.2003	20	225	ЮЗ
29.01.1987	22	180	Ю	17.08.2006	20	289	СЗ
30.01.1987	20	180	Ю	17.04.2006	20	225	ЮЗ
30.01.1987	20	180	Ю	17.04.2006	24	247	ЮЗ
08.06.1988	20	270	З	17.04.2006	20	247	ЮЗ
08.06.1988	20	270	З	12.01.2007	20	225	ЮЗ
23.07.1989	20	270	З	14.01.2007	20	225	ЮЗ
23.05.1989	23	200	ЮЗ	02.05.2007	34	270	З
23.05.1989	21	200	ЮЗ	02.05.2007	28	270	З
08.05.1990	20	230	ЮЗ	23.06.2007	26	270	З
08.05.1990	22	300	СЗ	23.02.2008	20	230	ЮЗ
19.06.1990	20	80	СВ	23.02.2008	24	220	ЮЗ
11.01.1992	20	200	ЮЗ	24.02.2008	20	240	ЮЗ
27.01.1993	20	250	ЮЗ	06.03.2008	24	270	З
17.10.1994	20	300	СЗ	10.04.2008	20	260	ЮЗ
20.05.1994	20	270	З	13.04.2008	23	340	СЗ
20.05.1994	20	280	З	18.05.2008	20	276	З
20.05.1994	21	290	СЗ	14.06.2010	20	270	З
20.05.1994	20	320	СЗ	04.09.2011	20	225	ЮЗ
20.05.1994	20	290	СЗ	13.07.2012	21	308	СЗ
28.06.1994	23	60	СВ	30.04.2012	20	314	СЗ
10.08.1996	22	290	СЗ	30.04.2012	20	355	С
25.12.1996	21	180	Ю	23.08.2017	21	160	ЮВ
27.12.1996	20	180	Ю	07.05.2017	20	280	З
11.05.1996	24	230	ЮЗ	28.04.2018	21	164	ЮВ
15.05.1996	21	180	Ю	15.05.2018	20	337	СЗ
25.04.1997	20	270	З	24.05.2018	21	296	СЗ
				21.06.2018	20	238	ЮЗ

ной регистрации базы данных № 2014620549: [сайт] — URL: <http://mete.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (дата обращения: 17.02.2024).

- [3] Гиясов А.И. Биоклиматическое районирование — предпосылка для архитектурно-строительного и градостроительного проектирования, планирование территорий // Вестн. МГСУ. — 2023. — Т. 18. — № 1. — С. 24–35: [сайт] — URL: <https://www.vestnikmgsu.ru/jour/issue/view-Issue/179/185> (дата обращения: 05.03.2025).
- [4] Гиясов А.И. Ветровая нагрузка на высотные здания в условиях защищенности // Промышленное и гражданское строительство. — 2023. — № 11. — С. 62–70: [сайт] — URL: [https://www.researchgate.net/publication/376019198\\_Vetrovaa\\_nagruzka\\_na\\_](https://www.researchgate.net/publication/376019198_Vetrovaa_nagruzka_na_)

vysotnye\_zdania\_v\_usloviah\_zasisennosti (дата обращения: 05.03.2025).

- [5] Дорошенко С.А. Исследование влияния ближайшей застройки на изменение обтекания ветровым потоком высотного здания // Науч. вестн. Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. — 2013. — № 1 (29). — С. 9–13: [сайт] — URL: <https://sciup.org/sovremennye-ajerodinamicheskie-problemy-v-arhitekture-i-stroitelstve-170204942> (дата обращения: 05.03.2025).
- [6] Когтева Д.В. Учет особенностей ветровых воздействий на здания и сооружения сложной формы // Академический вестник УралНИИ-проект РААСН. — 2022. — № 2 (53). — С. 87–92: [сайт] — URL: [https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2022/06/14\\_](https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2022/06/14_)

av2–202253.pdf (дата обращения: 05.03.2025).

- [7] Павловский А.А. О градостроительных особенностях размещения климатических станций на территории крупнейших российских городов // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Серия 11: Естественные науки. — 2016. — № 1 (15). — С. 62–73: [сайт] — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25933223> (дата обращения: 05.03.2025).
- [8] Починок В.П., Тамов М.М., Аксенов А.Г. Тренд-анализ максимальных годовых осредненных скоростей ветра в Краснодарском крае // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 5 (56). — С. 1–17: [сайт] — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41163668> (дата обращения: 05.03.2025).
- [9] Разинкова О.А. Анализ сравнения показателей, полученных метеостанцией г. Астрахани, с данными СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» // Научный потенциал организационно-управленческого инжиниринга в реализации инвестиционно-строительного и жилищно-коммунального комплекса: материалы XXIX Междунар. науч.-практ. конф. — Астрахань: АГАСУ, 2021. — С. 72–81. — EDN IXUJTG. — URL: [https://aracy.pf/images/pauka/forum/ves\\_konf\\_29.pdf](https://aracy.pf/images/pauka/forum/ves_konf_29.pdf) (дата обращения: 05.03.2025).
- [10] Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. — М.: Стройиздат, 1984. — 360 с.
- [11] Соляник П.Е. Рациональность определения нормативного ветрового давления статистическими методами. Определение подходящей модели описания экстремальных скоростей ветра // Тенденции развития науки и образования. — 2020. — № 61–7. — С. 72–77: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43079205> (дата обращения: 05.03.2025).
- [12] Тур В.В., Мешик О.П., Дереченник С.С. Опыт разработки ГИС для назначения климатических воздействий на строительные конструкции зданий и сооружений // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. — 2019. — № 2 (115). — С. 84–90: [сайт] — URL: [https://www.academia.edu/89616937/Опыт\\_разработ-](https://www.academia.edu/89616937/Опыт_разработ)

ки ГИС для назначения климатическ воздействий на строительные конструкции зданий и сооружений (дата обращения: 05.03.2025).

- [13] Федосова А. Н. Моделирование ветровых воздействий на протяженные сооружения в реальных условиях эксплуатации с помощью методики анализа ветровых воздействий // Научное обозрение. – 2016. – № 21. – С. 43–49: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27538648> (дата обращения: 05.03.2025).
- [14] Dayal K., Prasad S. Recent Decade Climate Study of Meteorological Parameters at Automatic Weather Stations around Fiji // Conference: DevNet 2024 Conference – Shifting Landscapes of Development | Future Possibilities for Change @ University of Otago, from 4-6 December 2024 in Dunedin, New Zealand. – 2024. – DOI: 10.13140/RG.2.2.26331.68647.
- [15] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather Using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal // Eurasian Journal of Science and Engineering. – 2024. – Vol. 10. – P. 16–33. – DOI: 10.23918/eajse.v10i2p02.
- [16] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal. – July. – 2023. – 13 p. – DOI: 10.31223/X5CH4H.
- [17] Guero M., Prodjinonto D., Fannou J.-L. C. Correlation of meteorological parameters to characterize wind sites: A case study of N'guigmi, Niger // GlobalNEST International Journal. – 2022. – Vol. 24. – P. 337–343. – DOI: 10.30955/gnj.004155.
- [18] Mayor Salgado L., Farrugia R., Charles G., Sant T. Verifying Meteorological Station Wind Speed Data for Long-Term Resource Studies: The MIA Luqa Wind Databases at Malta // Wind Engineering. – 2013. – Vol. 37. – P. 605–616. – DOI: 10.1260/0309-524X.37.6.605.
- [19] Nguyen Khanh van. Bioclimatology study in modern geography // Ukrainian Geographical Journal. – 2012. – Iss. 3. – P. 35–39.
- [20] Nohani E., Karimipour A., Khazaei Moughani S. et al. Monthly streamflow forecasting based on meteorological data from a nearby station // Water Practice & Technology. – 2024. – Vol. 19. – Iss. 5. – P. 1659–1675. – DOI: 10.2166/wpt.2024.109.
- [21] Osea V., Roslan E. Study on Wind Speed Correlation between UNITEN and Meteorological Station Data for Wind Resource Assessment // International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. – 2017. – Vol. 5. – P. 372–378: [сайт] – URL: [https://www.researchgate.net/publication/319242300\\_Study\\_on\\_Wind\\_Speed\\_Correlation\\_between\\_UNITEN\\_and\\_Meteorological\\_Station\\_Data\\_for\\_Wind\\_Resource\\_Assessment](https://www.researchgate.net/publication/319242300_Study_on_Wind_Speed_Correlation_between_UNITEN_and_Meteorological_Station_Data_for_Wind_Resource_Assessment) (дата обращения: 05.03.2025).
- [22] Sun Y., Zhou Y., Hua J. et al. Study on the Application of Meteorological Data Based on K-Means Method to Highway Wind-Blown Sand Protection // Electronics, Communications and Networks. – January. – 2024. – P. 150–158. – DOI: 10.3233/FAIA231187.
- [23] Younis A., Elshiekh H., Yassin Y. et al. Historical Wind Speed Dataset of Meteorological Mast Station in Khartoum // Data in Brief. – 2024. – Vol. 57. – 13 p. – DOI: 10.1016/j.dib.2024.111115.
- zadach aerodinamiki // Mezhdunarodnyj zhurnal po raschetu grazhdanskijh i stroitel'nyh konstrukcij. – 2011. – T. 7, № 2. – S. 27–38: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18973098> (дата обращения: 05.03.2025).
- [2] Bulygina O.N., Veselov V.M., Razuvaev V.N., Aleksandrova T.M. «Opisanie massiva srochnyh dannyh ob osnovnyh meteorologicheskijh parametroh na stancijah Rossii». Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh № 2014620549: [сайт] – URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#opisanie-massiva-dannyh> (дата обращения: 17.02.2024).
- [3] Giyasov A.I. Bioklimaticheskoe rajonirovanie – predposylka dlya arhitekturno-stroitel'nogo i gradostroitel'nogo proektirovaniya, planirovanie territorij // Vestn. MGSU. – 2023. – T. 18. – № 1. – S. 24–35: [сайт] – URL: <https://www.vestnikmgsu.ru/jour/issue/viewIssue/179/185> (дата обращения: 05.03.2025).
- [4] Giyasov A.I. Vetrovaya nagruzka na vysotnye zdaniya v usloviyah zashchishchennosti // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2023. – № 11. – S. 62–70: [сайт] – URL: [https://www.researchgate.net/publication/376019198\\_Vetrovaa\\_nagruzka\\_na\\_vysotnye\\_zdania\\_v\\_usloviyah\\_zasisennosti](https://www.researchgate.net/publication/376019198_Vetrovaa_nagruzka_na_vysotnye_zdania_v_usloviyah_zasisennosti) (дата обращения: 05.03.2025).
- [5] Doroshenko S.A. Issledovanie vliyaniya blizhajshej zastrojki na izmenenie obtekaniya vetrovym potokom vysotnogo zdaniya // Nauch. vestn. Voronezh. gos. arh.-stroit. un-ta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2013. – № 1 (29). – S. 9–13: [сайт] – URL: <https://sciup.org/sovremennye-ajerodinamicheskie-problemy-v-arhitekture-i-stroitelstve-170204942> (дата обращения: 05.03.2025).
- [6] Kogteva D.V. Uchet osobennostej vetrovyh vozdeystvij na zdaniya i sooruzheniya slozhnoj formy // Akademicheskij vestnik UralNIIproekt RAASN. – 2022. – № 2 (53). – S. 87–92: [сайт] – URL: [https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2022/06/14\\_av2-202253.pdf](https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2022/06/14_av2-202253.pdf) (дата обращения: 05.03.2025).
- [7] Pavlovskij A.A. O gradostroitel'nyh osobennostyah razmeshcheniya klimaticheskijh stancij na territorii krupnejshih rossijskijh gorodov // Vestn. Volgograd. gos. un-ta. Seriya 11: Estestvennyye nauki. – 2016. – № 1 (15). – S. 62–73: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25933223> (дата обращения: 05.03.2025).
- [8] Pochinok V.P., Tamov M.M., Aksenov A.G. Trend-analiz maksimal'nyh godovyh osrednennyh skorostej vetra v Krasnodarskom krae // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2019. – № 5 (56). – S. 1–17: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41163668> (дата обращения: 05.03.2025).
- [9] Razinkova O.A. Analiz sravneniya pokazatelej, poluchennyh meteostanciej g. Astrahani, s dannymi SP 131.13330.2018 «Stroitel'naya klimatologiya» // Nauchnyj potencial organizacionno-upravlencheskogo inzhiniringa v realizacii investicionno-stroitel'nogo i zhilishchno-kommunal'nogo kompleksa: materialy XXIX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Astrahan': AGASU, 2021. – S. 72–81. – EDN IXYTQ. – URL: [https://agasu.rf/images/nauka/forum/ves\\_konf\\_29.pdf](https://agasu.rf/images/nauka/forum/ves_konf_29.pdf) (дата обращения: 05.03.2025).
- [10] Simiu E., Skanlan R. Vozdejstvie vetra na zdaniya i sooruzheniya. – M.: Strojizdat, 1984. – 360 s.
- [11] Solyannik P.E. Racional'nost' opredeleniya normativnogo vetrovogo davleniya statisticheskimi metodami. Opredelenie podhodyashchej modeli opisaniya

## References

- [1] Belostockij A.M. Prognoz vetrovyh vozdeystvij v zone bol'shogo Sochi na osnove chislennoho modelirovaniya

- ekstremal'nyh skorostej vetra // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. — 2020. — № 61–7. — S. 72–77: [sajt] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43079205> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [12] Tur V. V., Meshik O. P., Derechennik S. S. Opyt razrabotki GIS dlya naznacheniya klimaticheskikh vozdeystvij na stroitel'nye konstrukcii zdaniy i sooruzhenij // Vestn. Brest. gos. tekhn. un-ta. Vodohozyajstvennoe stroitel'stvo, teploenergetika i geoekologiya. — 2019. — № 2 (115). — S. 84–90: [sajt] — URL: [https://www.academia.edu/89616937/Opyt\\_razrabotki\\_GIS\\_dlya\\_naznacheniya\\_klimatichesk\\_vozdeystvij\\_na\\_stroitel'nye\\_konstrukcii\\_zdaniy\\_i\\_sooruzhenij](https://www.academia.edu/89616937/Opyt_razrabotki_GIS_dlya_naznacheniya_klimatichesk_vozdeystvij_na_stroitel'nye_konstrukcii_zdaniy_i_sooruzhenij) (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [13] Fedosova A. N. Modelirovanie vetrovykh vozdeystvij na protyazhennye sooruzheniya v real'nykh usloviyah ekspluatatsii s pomoshch'yu metodiki analiza vetrovykh vozdeystvij // Nauchnoe obozrenie. — 2016. — № 21. — S. 43–49: [sajt] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27538648> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [14] Dayal K., Prasad S. Recent Decade Climate Study of Meteorological Parameters at Automatic Weather Stations around Fiji // Conference: DevNet 2024 Conference — Shifting Landscapes of Development | Future Possibilities for Change @ University of Otago, from 4-6 December 2024 in Dunedin, New Zealand. — 2024. — DOI: 10.13140/RG.2.2.26331.68647.
- [15] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather Using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal // Eurasian Journal of Science and Engineering. — 2024. — Vol. 10. — P. 16–33. — DOI: 10.23918/eajse.v10i2p02.
- [16] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather Using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal. — July. — 2023. — 13 p. — DOI: 10.31223/X5CH4H.
- [17] Guero M., Prodjintono D., Fannou J.-L. C. Correlation of meteorological parameters to characterize wind sites: A case study of N'guigmi, Niger // GlobalNEST International Journal. — 2022. — Vol. 24. — P. 337–343. — DOI: 10.30955/gnj.004155.
- [18] Mayor Salgado L., Farrugia R., Charles G., Sant T. Verifying Meteorological Station Wind Speed Data for Long-Term Resource Studies: The MIA Luqa Wind Databases at Malta // Wind Engineering. — 2013. — Vol. 37. — P. 605–616. — DOI: 10.1260/0309-524X.37.6.605.
- [19] Nguyen Khanh van. Bioclimatology study in modern geography // Ukrainian Geographical Journal. — 2012. — Iss. 3. — P. 35–39.
- [20] Nohani E., Karimipour A., Khazaei Moughani S. et al. Monthly streamflow forecasting based on meteorological data from a nearby station // Water Practice & Technology. — 2024. — Vol. 19. — Iss. 5. — P. 1659–1675. — DOI: 10.2166/wpt.2024.109.
- [21] Osea V., Roslan E. Study on Wind Speed Correlation between UNITEN and Meteorological Station Data for Wind Resource Assessment // International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. — 2017. — Vol. 5. — P. 372–378: [sajt] — URL: [https://www.researchgate.net/publication/319242300\\_Study\\_on\\_Wind\\_Speed\\_Correlation\\_between\\_UNITEN\\_and\\_Meteorological\\_Station\\_Data\\_for\\_Wind\\_Resource\\_Assessment](https://www.researchgate.net/publication/319242300_Study_on_Wind_Speed_Correlation_between_UNITEN_and_Meteorological_Station_Data_for_Wind_Resource_Assessment) (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [22] Sun Y., Zhou Y., Hua J. et al. Study on the Application of Meteorological Data Based on K-Means Method to Highway Wind-Blown Sand Protection // Electronics, Communications and Networks. — January. — 2024. — P. 150–158. — DOI: 10.3233/FAIA231187.
- [23] Younis A., Elshiekh H., Yassin Y. et al. Historical Wind Speed Dataset of Meteorological Mast Station in Khartoum // Data in Brief. — 2024. — Vol. 57. — 13 p. — DOI: 10.1016/j.dib.2024.111115.

Статья поступила в редакцию 27.02.2025.

Опубликована 30.06.2025.

#### **Беляева Зоя Владимировна**

кандидат технических наук, заведующий кафедрой, доцент, заместитель директора по науке и инновациям, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: [z.v.beliaeva@urfu.ru](mailto:z.v.beliaeva@urfu.ru)

ORCID ID: 0000-0001-7807-7102

#### **Belyaeva Zoya V.**

Candidate of Technical Sciences, Head of Department, Associate Professor, Deputy Director for Science and Innovation, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation

e-mail: [z.v.beliaeva@urfu.ru](mailto:z.v.beliaeva@urfu.ru)

ORCID ID: 0000-0001-7807-7102

#### **Дубинский Сергей Иванович**

кандидат технических наук, технический эксперт, АО ВНИ-ИЖТ, Москва, Российская Федерация

e-mail: [sergdubserg@gmail.com](mailto:sergdubserg@gmail.com)

#### **Dubinsky Sergey I.**

Candidate of Technical Sciences, Technical Expert, Railway Research Institute of JSC Russian Railways, Moscow, Russian Federation

e-mail: [sergdubserg@gmail.com](mailto:sergdubserg@gmail.com)

#### **Когтева Дарья Викторовна**

аспирант, инженер, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: [kdaryav@inbox.ru](mailto:kdaryav@inbox.ru)

ORCID ID: 0000-0002-9367-2441

#### **Kogteva Darya V.**

Graduate student, engineer, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation

e-mail: [kdaryav@inbox.ru](mailto:kdaryav@inbox.ru)

ORCID ID: 0000-0002-9367-2441