

Тренд-анализ максимальных годовых осредненных скоростей ветра в Краснодарском крае

В.П. Починок, М.М. Тамов, А.Г. Аксенов

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар

Аннотация: Рассматриваются максимальные годовые значения осредненных скоростей ветра во всех равнинных и предгорных районах Краснодарского края, послужившие основой для нормирования ветровых нагрузок на здания и сооружения в СНКК 20-303-2002 «Нагрузки и воздействия. Ветровая и снеговая нагрузки». Анализируются временные ряды анемометрических измерений скоростей ветра с начала 70-х годов прошлого века вплоть до 2012 г., удлинённые на 13 лет по сравнению с использованными при составлении этих норм. Для выявления значимости линейного тренда годовых максимумов скоростей ветра применен эффективный критерий инверсий. Расчеты, выполненные по данным анемометрических измерений скоростей ветра на 29 равномерно расположенных по территории края метеостанциях, показали, что лишь в 2 случаях с высокой обеспеченностью 0,95 наблюдается значимый тренд увеличения скоростей ветра, а в половине остальных случаев тренд значимый нисходящий, в другой половине – статистически незначимый, также преимущественно нисходящий. Уменьшение значений годовых максимумов составило в среднем около 30 %.

Ключевые слова: ветровые нагрузки, воздействия, территориальные строительные нормы, критерий инверсий, значимость тренда, временной ряд

Введение

В последние два десятилетия одной из важнейших проблем, вставших перед человечеством, многие считают глобальное потепление, которое, в частности, коснулось и Краснодарского края [1]. По прогнозам Росгидромета [2] и Межправительственной группы экспертов по изменению климата [3] повышение средней температуры на Европейской части России будет более сильным, чем в среднем по суше Северного полушария, и только на Северном Кавказе оно не превысит среднего уровня изменений. Рост глобальных и региональных температур может сопровождаться, в частности, изменением картины атмосферной активности с неопределенными закономерностями появления наибольших годовых скоростей ветра.

В качестве возможных последствий глобального потепления для России в разделе доклада Росгидромета [2], посвященном строительству и транспорту, рассматриваются изменение характеристик отопительного

периода, увеличение тепловой эффективности существующих зданий и уменьшение энергопотребления в зимний сезон, проблема перегрева зданий в теплый период года и резкое увеличение индекса энергопотребления на охлаждение зданий в Южном федеральном округе и др. Проблема возможного изменения ветровых нагрузок на здания и сооружения при этом не затрагивается. Между тем, роль точности параметров ветровой нагрузки возрастает в связи с увеличением объемов строительства уникальных зданий [1]. Для обеспечения заданного уровня надежности возводимых зданий необходимо владеть полной информацией о ветровом режиме местности и работе сооружения под воздействием этих нагрузок [2].

Целью нашей работы являлась оценка закономерностей изменения скоростей ветра и ветровых нагрузок в Краснодарском крае с 1945 по 2012 г., в том числе, для выяснения возможных существенных отклонений от значений, использованных при составлении территориальных строительных норм. Именно в этот период, приблизительно с 1950 г., начали проявляться первые изменения во многих экстремальных метеорологических и климатических явлениях [3]. Более отчетливым это влияние стало в середине 70-х годов XX века. Официальные данные измерений скоростей ветра получены нами в Краснодарском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (КЦГМС) - филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

До начала 70-х гг. прошлого века измерения скоростей производили с использованием ветромерных досок флюгера Вильда с осреднением на 2-минутном интервале. В последующие годы в нашей стране был осуществлен достаточно быстрый переход к определению скоростей ветра с использованием анеморумбометров при осреднении на 10-минутном интервале и при двукратном увеличении числа ежесуточных измерений.

Полученные в КЦГМС материалы включали данные измерений обоих типов с 29 метеостанций, расположенных равномерно по всей равнинной, предгорной и приморской зонам Краснодарского края. В высокогорной зоне такие измерения не производятся.

1 Обоснование значимости решаемой задачи

Обеспечение заданного уровня надежности возводимых зданий требует владения полной информацией о ветровом режиме местности и работе сооружения под воздействием этих нагрузок [4, 5]. Максимальные годовые значения осредненных на 10-минутном интервале анемометрических скоростей ветра служат в настоящее время основой для нормирования ветровых нагрузок на здания и сооружения в строительных нормах всех стран. При этом рассматриваются данные многолетних метеорологических наблюдений, объединяемые в непрерывные временные ряды. Статистические характеристики этих рядов данных различны для всех метеостанций. Вычисленные на их основе с заданной вероятностью неперевышения нормативные или расчетные значения скоростей ветра, пересчитываемые в ветровое давление, используются для районирования и составления карт, включаемых в нормативные документы для строительства.

По своему смыслу эти карты предназначены для прогнозирования ветровых нагрузок на строящиеся здания и сооружения, рассчитанные на эксплуатацию в последующие десятилетия или даже столетия. При этом по умолчанию предполагается, в последующие годы режим циркуляции атмосферы будет таким же, как в предыдущие десятилетия, т.е. постулируется гипотеза неизменности климата в каждом географическом пункте на протяжении, по меньшей мере, одного столетия.

Для строительной науки далеко не безразлично, происходят ли глобальные изменения климата либо нет. Ведь если этот процесс действительно закономерно происходит, то режим скоростей ветра может в

последующие годы измениться, и неизвестно, как это скажется на ветровых нагрузках на огромной территории России. В любом случае это может привести в каких-то районах к росту нагрузки, что чревато значительным материальным ущербом от повреждений и разрушений строений и тяжелыми социальными последствиями – потерей здоровья людей от травм и даже их гибелью при авариях зданий и сооружений.

Задача нашей работы заключается в том, чтобы оценить на основе имеющихся у нас данных о максимальных годовых значениях осредненных скоростей ветра тенденцию (тренд) их закономерного изменения. Основой для этого служат временные ряды анемометрических измерений скоростей ветра с 29 метеостанций в Краснодарском крае за период с 1965 по 2012 г. Число лет метеонаблюдений колеблется от 32 до 48 в зависимости от года замены на метеостанциях флюгеров Вильда на анеморумбометры М-63М и составляет в среднем 37 лет. Длина временных рядов, анализируемых в настоящей работе, $N > 30$ лет вполне достаточна для корректного анализа статистической информации.

На основе части этих данных за 1965-99 гг. были определены статистические характеристики скоростного напора ветра во всех населенных пунктах Краснодарского края, где производились метеонаблюдения скоростей ветра, в результате чего были созданы территориальные строительные нормы СНКК 20-303-2002 (ТСН 20-302-2002 Краснодарского края «Нагрузки и воздействия. Ветровая и снеговая нагрузки»). Методология их создания излагается в работах [6, 7].

Понятие о тренде связано с последовательностями данных в пространстве и/или времени. Совокупность единообразных измерений некоторой переменной, производимых по мере возрастания времени, образует временной ряд, отличающийся от выборки данных известным порядком их поступления. При этом вместо времени можно рассматривать

координаты – числа, заданием которых определяется положение точки на любой поверхности или в пространстве.

Тренд – это закономерность, характеризующая общую долгосрочную тенденцию в изменениях показателей временного ряда. Обычно предполагается, что любое из наблюдаемых значений z может быть представлено в виде суммы двух составляющих, одна из которых F рассматривается как неслучайная функция координат, а другая φ – как случайная $z(x) = F(x) + \varphi(x)$. При этом считается, что случайная компонента $\varphi(x)$, зависящая от множества независимых факторов, подчиняется нормальному закону распределения.

В связи с проблемой обнаружения тренда возникают две задачи: выявление общей тенденции в изменении признака z и обособление локальной составляющей как знакопеременных отклонений от тренда. Зависимости показателя от времени могут принимать разные формы, поэтому они описываются разнообразными функциями: линейной, экспоненциальной, степенной, полиномами разных степеней и др. До настоящего времени не ясна возможная явная или корреляционная связь трендов скоростей ветра и повышающейся средней температуры атмосферы. С учетом всего сказанного, для анализа в нашей работе была принята наиболее простая рабочая гипотеза – линейный тренд максимальных годовых скоростей. Аналогичный подход использован также в работе [8].

2 Оценка значимости тренда скоростей ветра по критерию инверсий

Наиболее эффективным показателем значимости тренда считается критерий инверсий, подробно изложенный в работе [9]. Критерий инверсий непараметрический, поэтому закон распределения случайных составляющих временного ряда x_i не влияет на распределение его статистики. Этот критерий отличается высокой мощностью по отношению к линейному

тренду [10]. Он позволяет также не делать никаких предположений относительно функции распределения исследуемых данных.

Инверсией в комбинаторике называется нарушение нормального порядка двух элементов в перестановке независимо от того, стоят ли эти два элемента рядом или отделены друг от друга какими-либо элементами. Для наших целей рассмотрим последовательность из N наблюдений случайной величины x_i ($i = 1, 2, 3 \dots N$). В данном случае это максимальные годовые значения осредненной на 10-минутном интервале анемометрической скорости ветра в строго хронологическом порядке. Подсчитывается, сколько раз в возрастающей последовательности значений x_i выполняется неравенство $x_i > x_j$ при $i < j$. Каждое такое неравенство называется инверсией.

Обозначим через A общее число инверсий. Формально A вычисляется следующим образом. Определим для множества наблюдений x_1, x_2, \dots, x_N величины:

$$h_{ij} = \begin{cases} 1, & x_i > x_j; \\ 0, & x_i \leq x_j. \end{cases}$$

Тогда

$$A_1 = \sum_{j=2}^N h_{1j}, \quad A_2 = \sum_{j=3}^N h_{2j}, \quad A_3 = \sum_{j=4}^N h_{3j}.$$

Общее число инверсий для всех начальных сравниваемых значений x_1, x_2, \dots, x_{N-1} будет равно

$$A = \sum_{j=1}^{N-1} A_j. \quad (1)$$

Если последовательность из N наблюдений состоит из независимых исходов одной и той же случайной величины, то число инверсий является случайной величиной A со средним значением μ_A и дисперсией σ_A^2 :

$$\mu_A = \frac{N(N-1)}{4}; \quad \sigma_A^2 = \frac{2N^3 + 3N^2 - 5N}{72} = \frac{N(2N+5)(N-1)}{72}. \quad (2)$$

Проверим наличие тренда в последовательности из $N = 41$ наблюдений за максимальными годовыми значениями осредненных анемометрических скоростей ветра v_{\max} с 1972 по 2012 г. для г. Новороссийска при уровне значимости $\alpha = 0,05$ (общепринятый уровень для подобных задач). Этот город выбран по той причине, что именно здесь регулярно зимой наблюдаются наибольшие в европейской части страны скорости ветра. Примеры решения подобных задач приведены в работах [9, 10].

Пусть рабочая гипотеза состоит в том, что наблюдения представляют собой независимые исходы случайной величины $x = v_{\max}$, т. е. тренда нет. Область принятия этой гипотезы имеет вид:

$$\left[A_{41,1-\alpha/2} < A < A_{41,\alpha/2} \right]. \quad (3)$$

Результаты расчета общего числа инверсий по формуле (1) дали значение $A = 552$. Математическое ожидание числа инверсий и стандартное отклонение как корень квадратный из дисперсии по формулам (2) равны $\mu_A = 410$ и $\sigma_A = 44,5$. При $N = 41 > 35$ допускается для доверительной вероятности 0,95 значение квантиля t -критерия Стьюдента принимать $t = 2,01$. Тогда интервал значений A для уровня значимости $\alpha = 0,05$ из условия (3)

$$\left[A_{41,1-\alpha/2}; A_{41,\alpha/2} \right] = \mu_A \pm t \times \sigma_A = 410 \pm 2,01 \times 44,5 = 321 \dots 499.$$

Общее число инверсий $A = 552$ не попадает внутрь этого интервала, причем $A > A_{41,\alpha/2}$. Следовательно, для г. Новороссийска существует значимый нисходящий тренд скорости ветра.

Аналогичные расчеты, выполненные по данным 30 метеостанций, показали, что лишь в Псебае и Тимашевске, расположенных во II-м ветровом районе, с высокой обеспеченностью 0,95 наблюдается значимый тренд увеличения скоростей ветра, а в половине остальных случаев тренд нисходящий, в другой половине – статистически незначимый, также преимущественно нисходящий. Результаты расчетов приведены ниже в

табл. 1. Географическое положение всех населенных пунктов показано на рис. 1 на карте ветрового районирования территории Краснодарского края из СНКК 20-303-2002.

Таблица № 1

Доверительный интервал для уровня значимости $\alpha = 0,05$ и общее число инверсий A всех оцениваемых значений годовых максимумов осредненных скоростей ветра за период наблюдений 1965-2012 гг.

| № | Населенный пункт | Средний максимум скорости ветра, м/с | Ветровой район по СНКК 20-303-2002 | N | Параметры | | | Тренд |
|----|------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----|------------------|-----|--------------------|------------|
| | | | | | $A_{N,\alpha/2}$ | A | $A_{N,1-\alpha/2}$ | |
| 1 | Белая Глина | 14.7 | III | 34 | 213 | 380 | 348 | Нисходящий |
| 2 | Белореченск | 12.1 | II | 33 | 199 | 357 | 329 | |
| 3 | Геленджик | 20.9 | Особый | 36 | 241 | 453 | 389 | |
| 4 | Гор. Ключ | 11.7 | II | 34 | 213 | 499 | 348 | |
| 5 | Джубга | 14.8 | III | 40 | 304 | 611 | 476 | |
| 6 | Ейск | 17.9 | II | 41 | 321 | 500 | 499 | |
| 7 | Каневская | 9.1 | II | 34 | 213 | 528 | 348 | |
| 8 | Кореновск | 11.2 | II | 35 | 227 | 572 | 368 | |
| 9 | Крымск | 16.0 | III | 47 | 431 | 660 | 650 | |
| 10 | Лабинск | 14.5 | II | 32 | 186 | 332 | 310 | |
| 11 | Новороссийск | 24.3 | Особый | 41 | 321 | 552 | 499 | |
| 12 | Пр.-Ахтарск | 15.8 | III | 41 | 321 | 597 | 499 | |
| 13 | Темрюк | 16.1 | III | 40 | 304 | 607 | 476 | |
| 14 | Туапсе | 15.2 | III | 38 | 272 | 523 | 431 | |
| 15 | Анапа | 20.1 | IV | 39 | 287 | 321 | 454 | Незначимый |
| 16 | Армавир | 16.4 | II | 40 | 304 | 401 | 476 | |
| 17 | Горный | 14.8 | II | 34 | 213 | 331 | 348 | |
| 18 | Краснодар | 12.2 | III | 40 | 304 | 472 | 476 | |
| 19 | Кропоткин | 8.9 | II | 34 | 213 | 259 | 348 | |
| 20 | Кушевская | 18.1 | III | 48 | 451 | 634 | 677 | |
| 21 | Майкоп | 16.1 | - | 42 | 338 | 475 | 523 | |
| 22 | Отрадная | 16.8 | II | 33 | 199 | 201 | 329 | |
| 23 | Слав.-н-Куб. | 18.0 | IV | 41 | 321 | 421 | 499 | |
| 24 | Павловская | 14.2 | II | 34 | 212 | 237 | 349 | |
| 25 | Староминская | 12.6 | II | 32 | 186 | 255 | 310 | |
| 26 | Тихорецк | 12.4 | II | 34 | 213 | 265 | 348 | |
| 27 | Усть-Лабинск | 13.9 | II | 35 | 227 | 335 | 368 | |
| 28 | Псебай | 14.5 | II | 34 | 212 | 168 | 349 | Восходящий |
| 29 | Тимашевск | 13.8 | II | 33 | 199 | 142 | 329 | |

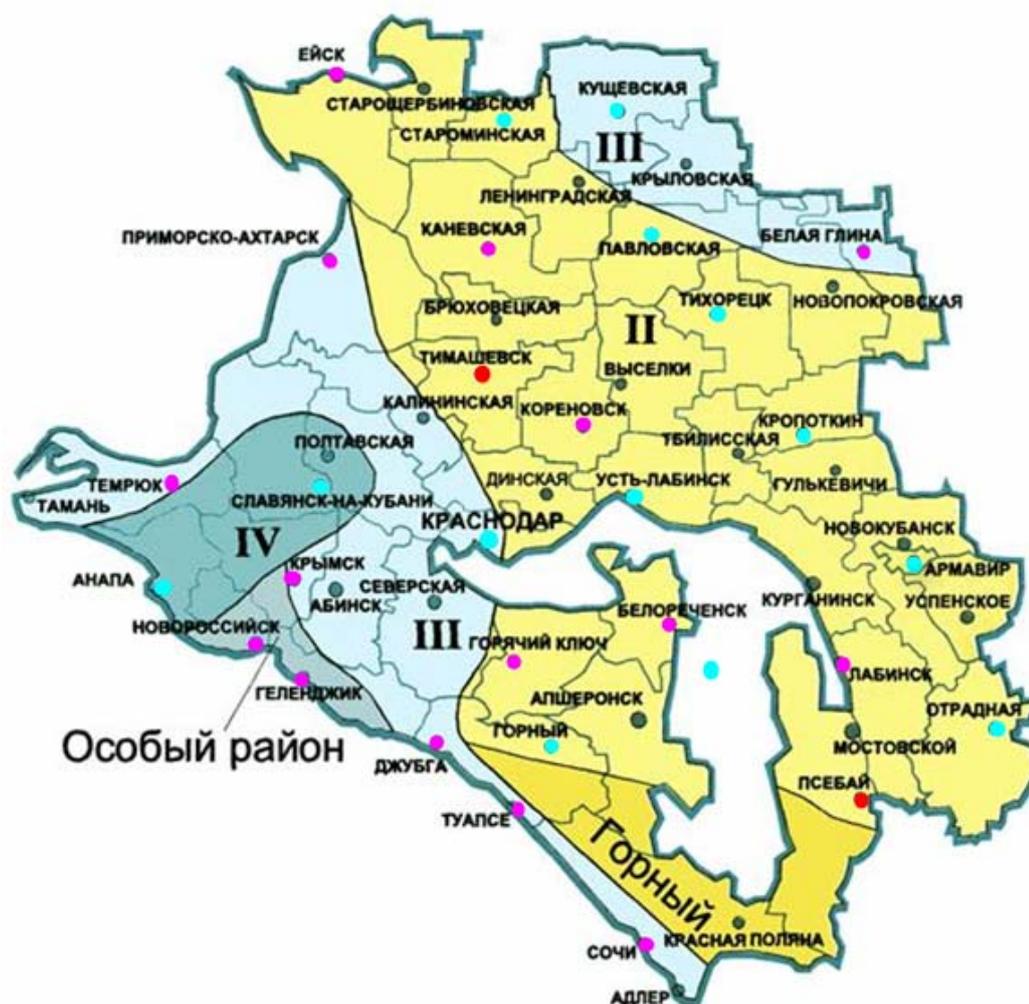


Рис. 1 – Расположение населенных пунктов из табл. 1 на карте ветровых районов обязательного приложения А СНКК 20-303-2002

● - нисходящий тренд; ● - незначимый тренд; ● - восходящий тренд

В табл. 1 не включен г. Сочи, для которого из-за отсутствия анемометрических данных тренд оценивался по материалам имеющихся у нас флюгерных измерений скоростей ветра в этом городе. Для полноты общей картины трендов по всем приморским городам Сочи весьма важен.

В населенных пунктах с нисходящим трендом коэффициент линейной корреляции Пирсона r колеблется от 0,57 в Каневской до 0,84 в Приморско-Ахтарске. В половине случаев корреляция по Чеддоку заметная, в стольких же случаях – высокая. Для Псебая и Тимашевска с восходящим трендом $r =$

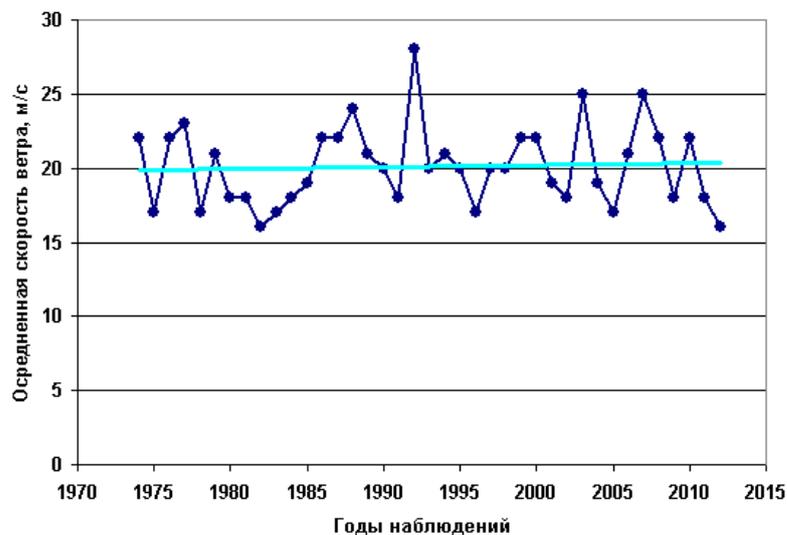
0,56 и 0,60, т.е. корреляция заметная. В населенных пунктах с незначимым трендом корреляция выражена слабее: значения r от 0,04 до 0,49 соответствуют слабому и умеренному уровню корреляционной связи, в большинстве случаев слабому. Такие закономерности еще раз подтверждают упомянутую выше высокую мощность критерия инверсий по отношению к линейному тренду.

4 Изменчивость скоростей ветра по ветровым районам СНКК 20-303-2002

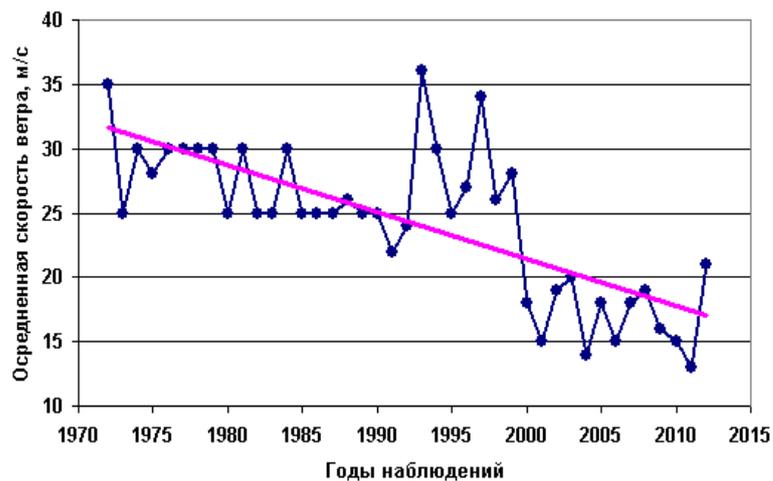
На рис. 1 показано расположение всех перечисленных в табл. 1 населенных пунктов и метеостанций на территории Краснодарского края. Видно, что они равномерно распределены по равнинной местности и приморским городам и поселкам, а также по ветровым районам СНКК 20-303-2002, за исключением Горного ветрового района (не путать с пос. Горным). Легко заметить, что почти во всех населенных пунктах на побережьях Азовского и Черного морей по линии Ейск-Темрюк-Сочи тренд максимальных годовых осредненных скоростей ветра значимый нисходящий. Единственное исключения составляет Анапа, где максимальные скорости ветра на протяжении 39 лет остаются очень стабильными (рис. 2а). Для остальных прибрежных населенных пунктов характерно снижение скоростей подобное происходящему в Новороссийске (рис. 2б).

Такая же закономерность наблюдается в южной зоне III ветрового района. Краснодар только кажется исключением из правила. Если обратиться к табл. 1, то можно заметить, что параметр $A = 472$ для него очень близок к верхней границе $A_{N,1-\alpha/2} = 476$ интервала значений A для уровня значимости $\alpha = 0,05$. При небольшом изменении длины временного ряда скоростей ветра или принятого уровня значимости нисходящий тренд для Краснодара также стал бы значимым.

а)



б)



в)

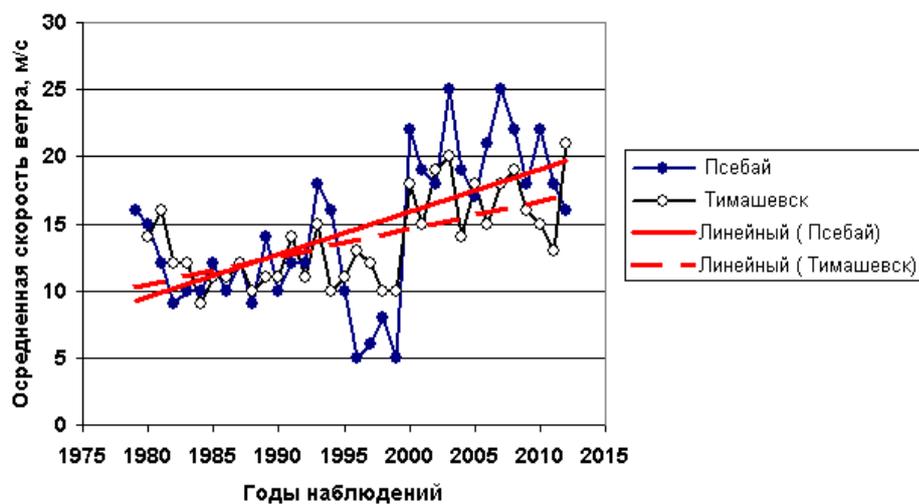


Рис. 2 – Тренды скоростей ветра как неслучайная функция времени F
а) незначимый (Анапа); б) нисходящий (Новороссийск); в) восходящий (Псебай и Тимашевск)

В северной зоне III ветрового района имеются всего две метеостанции. В Белой Глине тренд скоростей ветра нисходящий значимый, в Кущевской – такой же, но статистически незначимый (рис. 3). Таким образом, данные всех 9 метеостанций из III ветрового района согласованно указывают на нисходящий тренд скоростей ветра, причем, лишь в самой северной ст. Кущевской он ощутимо незначимый, т.е. скорости ветра стабильны.

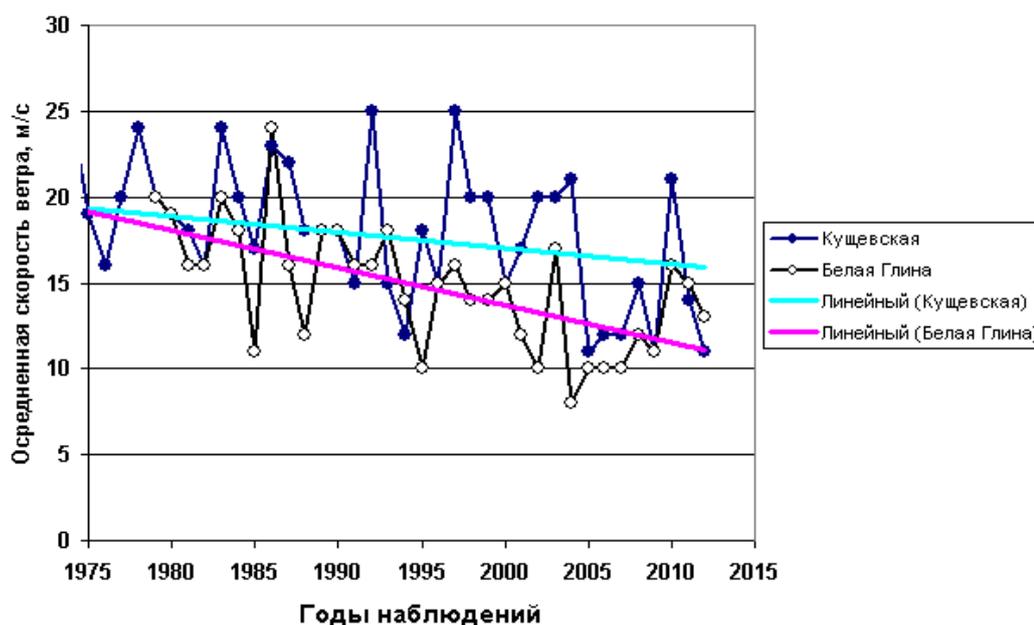


Рис. 3 – Тренды скоростей ветра как неслучайная функция времени F
а) незначимый (Анапа); б) нисходящий (Новороссийск); в) восходящий (Псебай и Тимашевск)

В небольшом по площади IV ветровом районе на обеих метеостанциях в Анапе и Славянске-на-Кубани получился уверенный незначимый тренд максимальных скоростей ветра, т.е. в обоих случаях они остаются стабильными. Противоположный результат дал анализ для соседнего Особого ветрового района с самыми большими скоростями ветра и соответственно ветрового давления (табл. 2). Для Новороссийска и Геленджика нисходящий тренд выражен очень отчетливо: падение максимальных годовых скоростей ветра за рассматриваемый период времени около 40 лет оказалось двукратным.

Таблица №2

Расчетные значения ветрового давления w_g по табл. 1 СНКК 20-303-2002

| Ветровые районы (принимаются по карте обязательного приложения А СНКК 20-303-2002) | Расчетное значение ветрового давления w_g , кПа (кгс/м ²) |
|---|--|
| II | 0,42 (42) |
| III | 0,53 (53) |
| IV | 0,67 (67) |
| Особый | 1,00 (100) |

Во II ветровом районе с наименьшими в Краснодарском крае скоростями ветра для 8 метеостанций из 16 тренд скоростей оказался статистически незначимым нисходящим, для 6 – значимым нисходящим и для двух – значимым восходящим. Такое разнообразие результатов характерно только для этого района.

В стандартах ISO 4355:2013 (Bases for design of structures 2013 Determination of snow loads on roofs) и ГОСТ Р ИСО 4355-2016 (Основы проектирования строительных конструкций. Определение снеговых нагрузок на покрытия) указано, что «при разработке карт районирования... совокупность учитываемых ежегодных экстремальных значений может содержать позитивный или негативный тренд. Оценка возможного влияния климатических изменений призвана учесть эту случайность, для чего могут быть разработаны различные сценарии климатических изменений, позволяющие получить информацию об основных формах трендов, подлежащих анализу». В нашей работе во избежание путаницы мы используем другие формулировки (восходящий и нисходящий тренды), поскольку «позитивный» тренд скоростей ветра приводит к негативным по соображениям надежности проектирования зданий и сооружений результатам, и наоборот – «негативный» тренд повышает надежность построек с течением времени после их строительства.

Поэтому на два исключительных случая восходящих трендов было обращено особое внимание. По той же причине на рис. 2в показаны сразу оба исключительные графики изменения скоростей ветра. Для этих населенных пунктов Псебая и Тимашевска, относящихся к II ветровому району, нами произведен перерасчет значений расчетного ветрового давления с учетом установленного возрастающего («позитивного») тренда скорости ветра. В таблице рекомендуемого приложения Б СНКК 20-303-2002 для обоих населенных пунктов расчетное ветровое давление принято с округлением в большую сторону равным 0,35 кПа, что ниже верхней границы района 0,42 кПа (табл. 2). Новое точное расчетное значение с учетом увеличения длины временных рядов и возрастающего тренда составило для Псебая 0,354 кПа, а для Тимашевска 0,347 кПа. Таким образом, в обоих наиболее опасных с позиций проектирования зданий случаях влияние возрастания скоростей ветра оказалось совсем небольшим, в пределах естественных погрешностей, связанных с обычным при нормировании нагрузок округлением их численных значений.

Самое заметное снижение скоростей ветра происходило в первое десятилетие XXI века. В частности, в Новороссийске после всплеска в 1993 и 1997 гг. в последующие 14 лет наблюдается практически двукратное снижение скоростей (рис. 1б). Аналогичная картина характерна для Белореченска, Геленджика, Ейска, Крымска, Темрюка, Туапсе. В других населенных пунктах подобное падение скоростей выражено в меньшей степени, но во всех случаях это явление закономерно совпадает по времени.

Заключение

Произведенный тренд-анализ максимальных годовых осредненных скоростей ветра по всем ветровым районам Краснодарского края выявил статистически значимое снижение скоростей за период с 1979 по 2012 г. примерно на половине метеостанций. Оно составило в среднем около 30 %.



Дифференцированный анализ данных по всем метеостанциям с учетом их географического расположения и влияния особенностей рельефа местности будет представлен в следующей работе авторов.

Литература

1. Спецрепортаж: Кубанская зима // Кубань 24 URL: kuban24.tv/item/spetsreportaj-kubanskaya-zima-114072 (дата обращения: 10.03.2019).
2. Катцов, В.М., Семенов, В.М. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 58 с.
3. Изменение климата. 2013. Физическая научная основа. Резюме для политиков // The Intergovernmental Panel on Climate Change URL: ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_RUSSIAN.pdf (дата обращения: 10.03.2019).
4. Шумейко В.И., Кудинов О.А. Об особенностях проектирования уникальных, большепролетных и высотных зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2164
5. Сыроежкина И.А., Воронкова Г.В. Статистический анализ ветровой нагрузки города Волгограда за период с 2003 по 2012 годы // Инженерный вестник Дона, 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4383
6. Починок, В.П., Крамской, В.П., Аксенов А.Г., Починок Ю.В. О новых строительных нормах Краснодарского края «Нагрузки и воздействия. Ветровая и снеговая нагрузки» // Труды КубГТУ. Научный журнал. 2005. № 5. С. 70-76.
7. Починок, В.П., Аксенов, А.Г. Ветровые нагрузки в прибрежной полосе Черного моря в Краснодарском крае // Материалы 6-й Международной научно-практической конференции, посвященной

подготовке к Олимпийским Играм 2014 года в г. Сочи «Строительство в прибрежных курортных регионах». Сочи: СГУТИКД, 2010. С. 40-43.

8. Pochinok, V., M. Tamov and M. Tamov, 2018. About trend assessment of maximum annual values of snow load on the ground in Krasnodar Krai. FORM 2018 (issue 365), IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.

9. Бендат, Дж., Пирсол, А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 540 с.

10. Веретельникова, И. В., Лемешко, Б. Ю. О критериях отсутствия тренда в математическом ожидании // Обработка информации и математическое моделирование: материалы РНТК. Новосибирск: СибГУТИ, 2016. С. 27-38.

References

1. Спецрепортаж: Кубанская зима [Special Coverage: Kuban winter]. Kuban 24 URL: <http://kuban24.tv/item/spetsreportaj-kubanskaya-zima-114072>.

2. Katcov V.M., Semenov V.M. Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob-izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii [Second estimative report of Roshydromet on climate change and its consequences in Russian Federation]. М.: Roshydromet, 2014. 58 p.

3. Izmenenie klimata. 2013. Fizicheskaya nauchnaya osnova. Rezyume dlya politikov [Climate Change 2013 The Physical Science Basis. Summary for Policymakers] URL: ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_RUSSIAN.pdf (accessed 10.03.2019).

4. Shumejko V.I., Kudinov O.A Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2164.

5. Syroezhkina I.A., Voronkova G.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_6_Syroezhkina_Voronkova.pdf_3ebdb4ded1.pdf.



6. Pochinok V.P., Kramskoy V.P., Aksenov A.G., Pochinok Yu.V. Trudi KubGTU. Nauchniy zhurnal. 2009. №5. pp. 70-76.

7. Pochinok V.P., Aksenov A.G. Materialy 6-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii “Stroitelstvo v pribrezhnyh kurortnyh regionah” [Proc. 6th Int. Conf. “Const. in Coastal Resort Areas”]. Sochi, 2013, pp. 40-43.

8. Pochinok, V., M. Tamov and M. Tamov, 2018. About trend assessment of maximum annual values of snow load on the ground in Krasnodar Krai. FORM 2018 (issue 365), IOP Publishing. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.

9. Bendat J. S., Piersol A. G. Prikladnoj analiz sluchajnyh dannyh [Random Data: Analysis and Measurement Procedures]. Moscow: Mir, 1989. 540 p.

10. Veretelnikova I.V., Lemeshko B.Yu. Obrabotka informacii i matematicheskoe modelirovanie: materialy RNTK [Data analysis and mathematical simulation: RNTK Proc.]. Novosibirsk: SibGUTI, 2016, pp. 27-38.