

120 Вт/м<sup>2</sup>. Упродовж року найвищі значення вітроенергетичного потенціалу характерні для північних і північно-східних вітрів у зимово-весняний період (лютий-березень), найнижчі – для південно-західних вітрів у літньо-осінній період (серпень-вересень). Упродовж доби вітроенергетичний потенціал змінюється з найвищого у полуденні години до найнижчого – у вранішні. Таким чином, вітроенергетичний потенціал Північно-Західного Приазов'я достатній для розвитку альтернативної вітрової електроенергетики.

1. Географічна енциклопедія України. Т. 2. – К., 1990.
2. Дроздов О.А., Васильев В.А. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С.10-15.
3. Ромушкевич В.И. Климатические сезоны / Природа Украинской ССР. Климат. – К.: Наукова думка, 1984. – С. 106, 146-152.
4. Сакали Л.И. Условия формирования климата Украины / Природа Украинской ССР. Климат. – К.: Наукова думка, 1984. – С. 47
5. Торбунова М.Д. Климат // Методика изучения географии Запорожской области. Часть 1. Физическая география. – Запорожье-Мелитополь, 1980. – С.31.

Мартьянова И.А., Лазарев О.Е.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИИ ВЫШНИЙ ВОЛОЧЕК

В работе представлен анализ наблюдаемых изменений внутригодового и межгодового режима температуры воздуха по данным метеостанции Вышний Волочек Тверской области за весь период наблюдений с конца XIX в. по настоящее время. Проведено уточнение информации о среднегодовых и среднемесячных значениях температуры. Особое внимание уделено выделению составляющей тренда, ее математическому описанию и объяснению. Приводится сравнительный анализ с температурным режимом России, Северного полушария и Земного шара в целом.

The analysis of the intra-and inter-annual temperature mode changes according to data meteorological station Vishny Volochek Tver region for the entire observation period from the end of the XIX century to the present is presented in the article. Clarifying information on annual and monthly values of temperature was made. Particular attention was given to the allocation of a trend component, its mathematical description and explanation. It is presented the comparative analysis with the temperature mode in Russia, the Northern Hemisphere and the Globe as a whole.

Климат как составная часть природных ресурсов играет весьма важную роль. Климат постоянно меняется, и периоды его изменений исчисляются годами, веками и тысячелетиями. Вопрос о природе происходящих изменений, в какой мере они имеют антропогенное или естественное происхождение, очень важен, но одновременно сложен. Так, например, по результатам проведенных исследований Жеребцовым Г.А. и др. [3] сделаны выводы о том, что значительная часть потепления в XX в. обусловлена изменением солнечной активности и, соответственно, имеет

естественные причины. Однако вклад антропогенной деятельности в изменения температурного режима также не следует исключать.

Колебания климата в современное время выявляются по данным наблюдений за основными метеорологическими величинами. Температурный режим является важнейшей характеристикой климата и определяется, прежде всего, условиями солнечной радиации, атмосферной циркуляции и подстилающей поверхности.

При климатологической обработке к основным показателям температуры воздуха относят статистические характеристики годовых, месячных, суточных, срочных рядов температуры, её максимальных и минимальных значений, даты переходов средней суточной температуры через заданные пределы, характеристики непрерывной продолжительности температуры выше заданных уровней.

Обобщенные данные наблюдений на метеостанциях Тверской области, встречающиеся в литературе, в лучшем случае, охватывают период с момента открытия станций (конец XIX – начало XX в.) до начала 80-х гг. XX в. (по метеостанции Вышний Волочек с 1881 по 1965 г.). Такие данные применяются до настоящего времени в различных нормах и правилах, использующихся в строительстве и сельском хозяйстве, поэтому уточнение используемой метеорологической информации с учетом современных данных представляет несомненный интерес [5, С.121].

Авторами была проведена работа по анализу внутригодовой и межгодовой изменчивости температуры воздуха по метеостанции Вышний Волочек, одной из 13 действующих метеостанций Тверской области с наиболее полным имеющимся рядом наблюдений (за период с 1881 по 2011 гг.). При анализе температурного режима в работе рассматриваются среднегодовые, среднемесячные температуры, а также максимальные и минимальные их значения за исследуемый период. С учетом ежемесячных (за период 1886-2011 гг.) и ежедневных (за период 1990-2011 гг.) данных о ходе метеорологических элементов также проведено уточнение и обновление имеющейся информации о среднегодовых и среднемесячных значениях температуры воздуха, о наиболее теплых и холодных месяцах года. По результатам обработки метеорологической информации составлены сводные таблицы и построены графики с использованием программы Microsoft Excel.

Данные о среднемесячных значениях температуры воздуха за период 1881-1965 гг. взяты из учебного пособия «География Калининской области» под редакцией Гавемана А.В. [1, С.138].

Таблица 1 отражает изменение средних температур на протяжении периода наблюдений. Для удобства сравнения и исключения погрешности, связанной с различными источниками информации, вместо периода 1881-1965 гг., взятого из литературы, используется период 1886-1965 гг., высчитанный по имеющимся ежемесячным метеорологическим данным. Температуры этих периодов практически совпадают, за исключением

температур марта, мая, августа и сентября, которые отличаются на 0,1-0,2 °С.

*Таблица 1. Среднемесячные и среднегодовые температуры по метеостанции Вышний Волочек за периоды 1881-1965 гг.\*, 1886-1965 гг., 1966-2011 гг., 1886-2011 гг.*

| Месяцы                        | Среднемесячная температура воздуха, °С |                  |               |               |
|-------------------------------|----------------------------------------|------------------|---------------|---------------|
|                               | 1881-1965<br>гг.*                      | 1886-1965<br>гг. | 1966-2011 гг. | 1886-2011 гг. |
| 1                             | -9,6                                   | -9,6             | -8,8          | -9,3          |
| 2                             | -9,1                                   | -9,1             | -8,0          | -8,7          |
| 3                             | -4,6                                   | -4,8             | -2,4          | -3,9          |
| 4                             | 3,6                                    | 3,6              | 4,8           | 4,0           |
| 5                             | 10,9                                   | 11,0             | 11,5          | 11,1          |
| 6                             | 15,1                                   | 15,1             | 15,6          | 15,3          |
| 7                             | 17,4                                   | 17,4             | 17,5          | 17,5          |
| 8                             | 15,6                                   | 15,5             | 15,6          | 15,6          |
| 9                             | 10,2                                   | 10,1             | 10,1          | 10,1          |
| 10                            | 3,9                                    | 3,9              | 4,3           | 4,1           |
| 11                            | -2,0                                   | -2,0             | -1,6          | -1,8          |
| 12                            | -7,1                                   | -7,1             | -6,7          | -7,0          |
| Среднегодовая температура, °С | 3,7                                    | 3,7              | 4,3           | 3,9           |

\* - данные взяты из [1, С.138]

Согласно таблице 1, среднемноголетние температуры почти всех месяцев за период 1886-2011 гг. отличаются от температур периода 1886-1965 гг., причем в сторону потепления (за исключением температуры сентября). Также следует отметить, что среднегодовая температура периода 1966-2011 гг., следующего за указанным в литературе, на 0,4 °С превышает среднюю температуру всего периода наблюдений и на 0,6 °С – среднюю температуру за период 1886-1965 гг.

На основе полученных данных построены графики внутригодового хода температуры за различные периоды наблюдений (рис. 1). Из них видно, что температуры января, февраля, марта и апреля претерпели наибольшие изменения. Годовая амплитуда колебаний за весь период наблюдений составила 26,8 °С против 27,0 °С за периоды 1886-1965 гг. и указанный в литературе.

Произведены расчеты максимальных и минимальных среднемесячных температур за период 1886-2011 гг. (табл. 2).

Половина рекордных среднемесячных температур, в основном, максимальных, наблюдались в последние 20-25 лет. Увеличились температуры воздуха в январе, феврале, марте, июне, июле, ноябре,

декабре, уменьшились температуры в январе, сентябре, октябре, ноябре, декабре. Максимальное значение среднегодовой температуры пришлось на 1989 г.

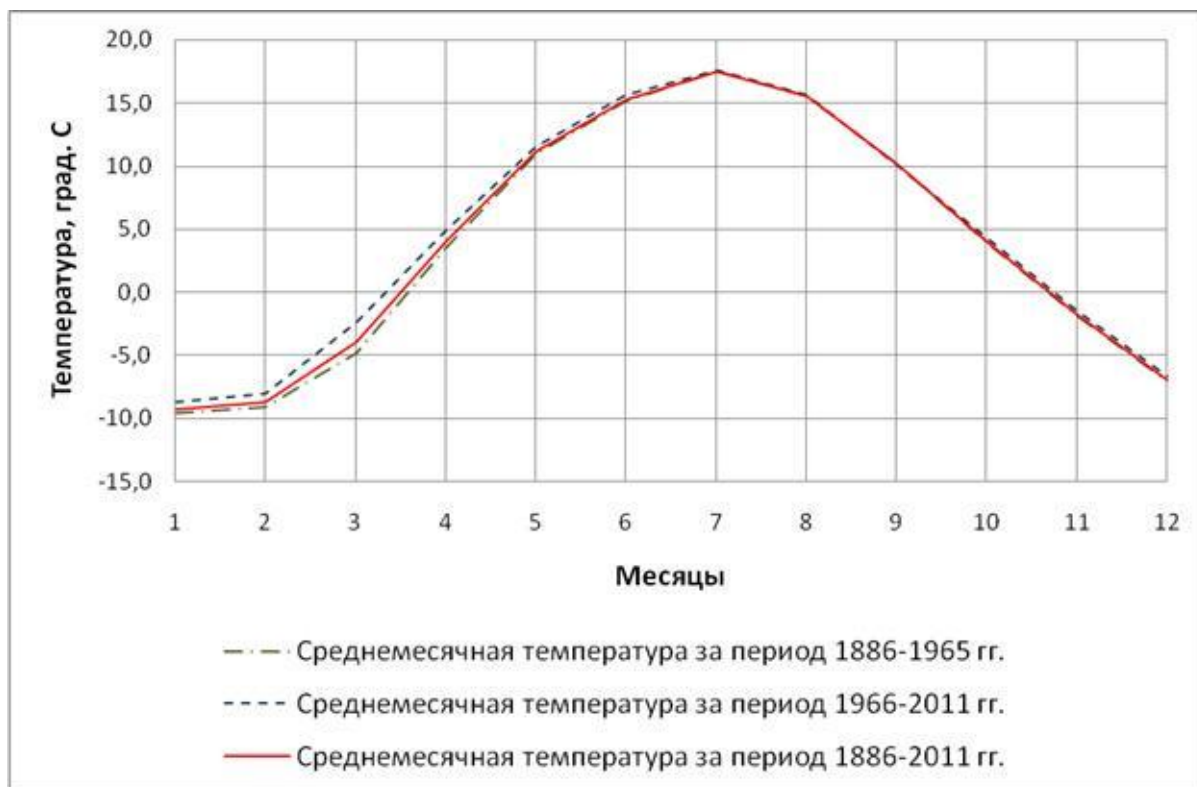


Рис. 1. *Ход среднемесячных температур воздуха по метеостанции Вышний Волочек*

Таблица 2. *Наибольшие и наименьшие среднемесячные температуры по метеостанции Вышний Волочек за период 1886-2011 гг.*

| Месяцы | <i>T max, °C</i> | Год события | <i>T min, °C</i> | Год события |
|--------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| 1      | -2,1             | 1989*       | -20,6            | 1987        |
| 2      | 0,8              | 1990        | -18,7            | 1929        |
| 3      | 3,5              | 2007        | -11,4            | 1917        |
| 4      | 11,1             | 1921        | -2,5             | 1929        |
| 5      | 16,5             | 1897        | 6,7              | 1980        |
| 6      | 21,0             | 1999        | 11,1             | 1928        |
| 7      | 24,1             | 2010        | 13,4             | 1904        |
| 8      | 20,6             | 1938        | 12,5             | 1899        |
| 9      | 14               | 1938        | 5,9              | 1993        |
| 10     | 8,1              | 1967        | -4,5             | 2003        |
| 11     | 3,3              | 1996        | -9,1             | 1998        |
| 12     | 1,4              | 2006        | -29              | 2004        |
| Год    | 6,4              | 1989        | 1,2              | 1941        |

\* - жирным курсивом выделены рекордные температуры за последние 25 лет

Среднегодовая температура испытывает изменения не только за последние 20-25 лет, а на протяжении всего периода наблюдений. Построенные графики хода среднегодовой температуры, средней температуры по календарным сезонам за период 1886-2011 гг. наглядно отражают эти изменения (рис. 2,3,4,5,6).



Рис. 2. Ход среднегодовой температуры воздуха по метеостанции Вышний Волочек за период 1886-2011 гг.

Для анализа временных рядов их принято представлять в виде суммы отдельных составляющих: тренда, регулярных колебаний относительно тренда, сезонных периодических колебаний и случайной компоненты [4, С.43].

При анализе структуры временных рядов хода температуры особое внимание уделено выделению составляющей тренда, ее математическому описанию и объяснению.

Тренд – это относительно устойчивое систематическое изменение временного ряда в течение достаточно длительного времени. При выделении тренда из временного ряда его можно выразить в виде аналитической функции от времени:

$$\hat{x}_t = f(t) \quad (1)$$

Если значение тренда выразить как линейную функцию от времени, то получаем линейный тренд:

$$\hat{x}_t = a_0 + a_1 t, \quad (2)$$

где  $\hat{x}_t$  – величина тренда в момент времени  $t$ ,  $a_0, a_1$  – коэффициенты тренда [4, С.44].



Рис. 3. Ход летних температур по метеостанции Вышний Волочек

Графическое представление трендов и их математическое описание для хода температур по метеостанции Вышний Волочек представлено на рис. 2 – 6. Тренды хорошо выделяют общую тенденцию изменения температуры – ее постепенный рост, причем особенно характерный для весенних и зимних температур. Однако следует отметить, что видимый визуально тренд может на самом деле являться частью достаточно медленного колебания, выявление которого затрудняет недостаточность длительности временного ряда.

Груза Г.В., Ранькова Э.Я. в своем исследовании [2, С.18-21] приводят ход температуры приземного воздуха, осредненной по территории России и глобально осредненной приповерхностной температуры земного шара за период с 1886 по 2008 г. Ими отмечено, что глобальное потепление в XX в. было не вполне однородным и выделяются 3 интервала: потепление 1910-1945 гг., слабое похолодание 1946-1975 гг. и наиболее интенсивное потепление после 1976 г.

Аналогичные интервалы мы видим на графике хода среднегодовых температур по метеостанции Вышний Волочек при сглаживании значений временного ряда простым скользящим осреднением (рис. 2).

Полученные нами результаты по метеостанции Вышний Волочек в целом соответствуют оценке трендов температуры на территории России

[см. 2] и указывают на продолжающуюся тенденцию к потеплению во все сезоны, наиболее заметно выраженную на европейской территории России, где и расположена вышеуказанная метеостанция.

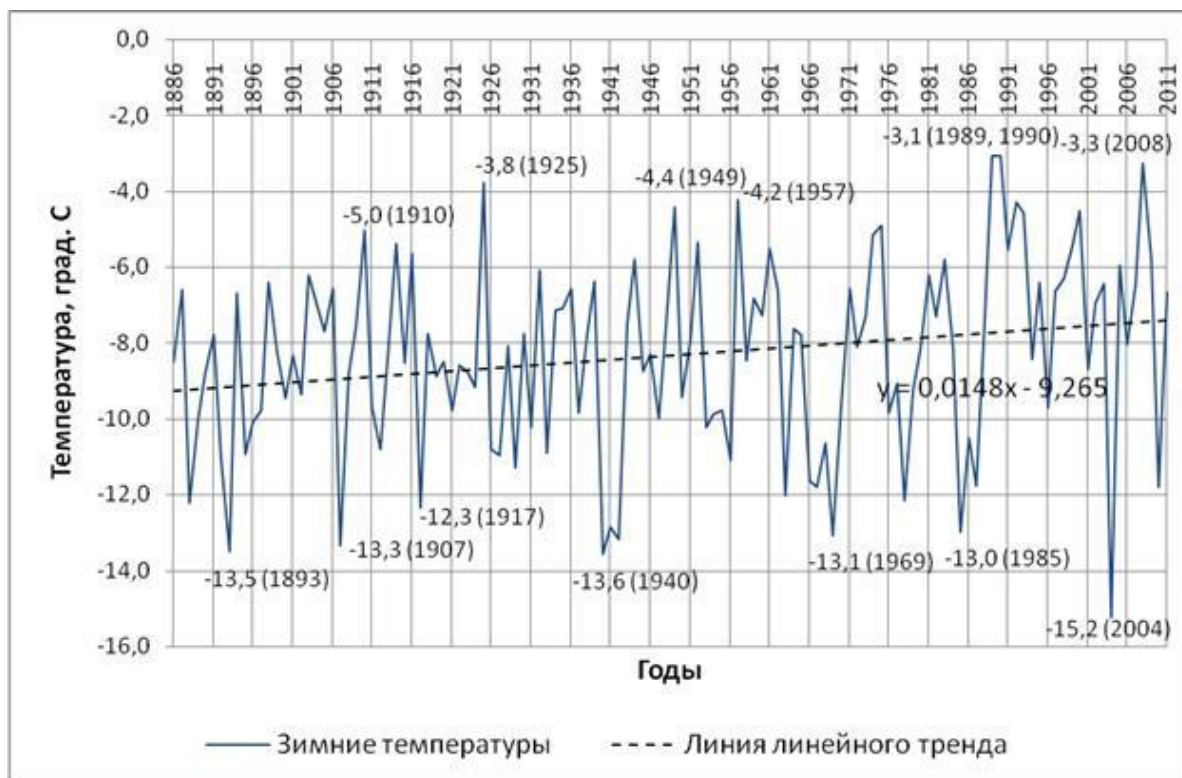


Рис. 4. Ход зимних температур по метеостанции Вышний Волочек



Рис. 5. Ход осенних температур по метеостанции Вышний Волочек



Рис. 6. Ход весенних температур по метеостанции Вышний Волочек

В заключении, на основании проведенного анализа можно сделать следующие основные выводы:

1. Среднегодовые и среднемесячные значения температуры воздуха претерпели довольно значительные изменения, причем в сторону потепления, в течение последних трех десятилетий.
2. В последние 20-25 лет наблюдаются рекорды среднемесячных температур (как максимальных, так и минимальных) (табл. 2).
3. За период исследований наблюдается рост температур всех месяцев, кроме сентября. При этом рост зимних и весенних температур воздуха более значителен, чем летних и осенних (рис. 3,4,5,6).
4. Закономерности режима температуры воздуха по метеостанции Вышний Волочек соответствуют наблюдаемым тенденциям на территории России, Северного полушария и Земного шара в целом и, соответственно, не носят локальный характер.

1. География Калининской области: учеб. пособие для учащихся ср. шк./ под ред. А.В. Гавемана. – М.: «Московский рабочий», 1972. – 144с.
2. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Оценка предстоящих изменений климата на территории Российской Федерации. – Метеорология и гидрология. – 2009. – №11. – С. 15-29.
3. Закономерности климатических изменений в XX в. и основные физические процессы, ответственные за эти изменения/ Г.А. Жеребцов и [др.]//Известия Иркутского гос. ун-та. – 2011. – Т.4. – №1. – С. 87-108
4. Золотов А.А., Щербаков А.Ю. Математические методы в географии: учеб. Пособие. – Калинин: Калинин. гос. ун-т, 1989. – 79с.
5. Лазарев О.Е. Особенности внутригодовой и межгодовой изменчивости температуры воздуха по данным метеостанции города Твери // Вестн. Твер. гос. ун-та. – 2006. – № 7(24). – С. 121-127.