

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕНДОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

Л. М. Акимов, Т. Н. Задорожная

*Воронежский государственный университет, Россия
Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина», Россия*

Поступила в редакцию 6 июля 2018 г.

Аннотация: В работе проведено детальное исследование по выявлению трендовых составляющих температуры воздуха на Европейской территории России, включая сопредельные территории в холодный период года. Выявлены закономерности их распределения в долготном и широтном направлениях, которые могут быть использованы в практической деятельности на этапе принятия решений при перспективном планировании различных мероприятий.

Ключевые слова: изменения температуры, тренд, широта, долгота, Северное полушарие.

Abstract: The detailed study has been conducted to identify the trend components of air temperature in the European area of Russia, including adjacent areas in the cold period of the year. The regularities of their distribution in the longitudinal and latitudinal directions, which can be used in practice at the stage of decision-making in the long-term planning of various activities.

Key words: temperature changes, trend, latitude, longitude, Northern hemisphere.

Происходящие в настоящее время изменения климата, не могут не вызывать серьезной озабоченности, поскольку их влияние на природные и хозяйственные системы страны становится все более заметным. Частые засухи, наводнения, паводки, многодневные ливневые дожди и снегопады, а также другие опасные явления, оставляют население регионов без жилья, средств к существованию, лишают жизни, нарушают экологию.

В связи с этим, исследования в области изменений климата становятся одной из приоритетных задач государственной политики РФ. В последние годы прилагаются значительные усилия в части обеспечения информационно-аналитической поддержкой процесса принятия государственных решений в области климата. Разрабатывается комплексная макроэкономическая оценка, происходящих в настоящее время климатических изменений, формулируются задачи для принятия эффективных мер по снижению рисков и адаптации экономики к изменениям климата [4, 9]. Фактически данные документы послужили основой «Климатической доктрины Российской Федерации», утвержденной

Президентом России 17 декабря 2009 года [8]. Большую роль в этом плане играют долгосрочные прогнозы погоды, которые развиваются в различных направлениях. Несмотря на многочисленные исследования по изучению климата и его изменений, проводимых как российскими, так и международными научными сообществами, на сегодняшний день эта проблема остается актуальной.

Вместе с тем прогнозирование погоды на длительные сроки является весьма трудной задачей. Последние годы прошли под знаком интенсивных исследований в области использования современных гидродинамических моделей. Однако существенных продвижений в этой области не произошло. Главной причиной, по мнению некоторых ученых [1, 11], является различие в инерционной неоднородности океана, суши и других компонентов климатической системы, а также внешних факторов. Поэтому задачу прогноза, в первом приближении, целесообразно решать путем имеющихся временных рядов и выявления в них закономерностей, в частности, путем нахождения трендов, необходимых для инерционно-климатических прогнозов и принятия решений на достаточно длительную перспективу.

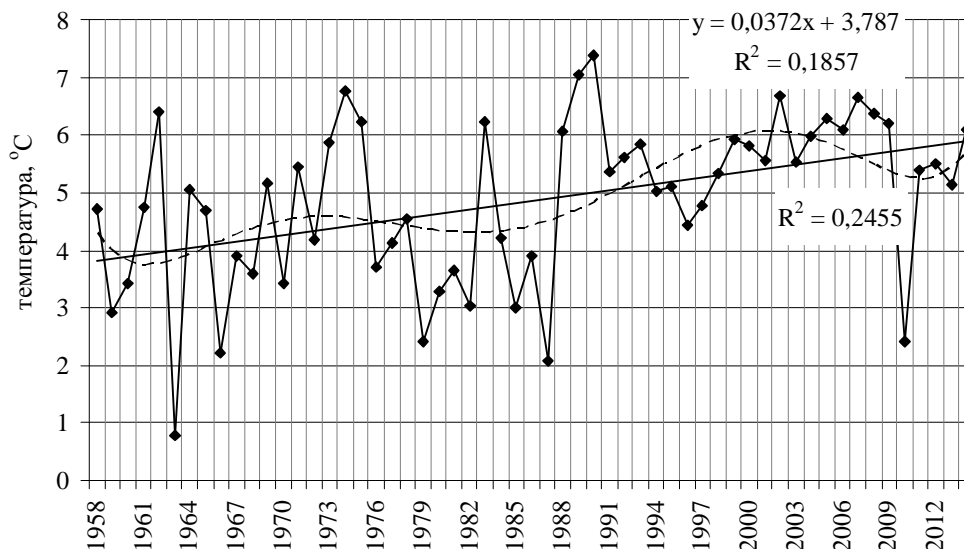


Рис. 1. Многолетний ход среднемесячной температуры воздуха в узле 60° с.ш. – 0° в.д.

Исследованию трендов в Российской Федерации посвящено большое количество работ [1-3, 5-7, 10, 12, 13], которые, как правило, более или менее носили сглаженный характер, целью данного исследования является получение более детальных оценок трендов на территории Европы, ограниченной широтами 40-60° с.ш. в секторе 0-60° в.д.

Информационной базой служили данные реанализа NCAR/NCEP [15] по среднемесячной температуре воздуха на поверхности 1000 гПа в узлах широтно-долготной сетки, с шагом 2,5°. Использованы одноименные месяцы (января) в период с 1958 по 2014 годы. Показателем величины и знака тенденции служил угол наклона линейного тренда, который описывает направление и скорость изменения температуры.

Для примера, на рисунке 1 представлен характер многолетнего распределения температуры для узла сетки с координатами 60° с.ш. 0° в.д., который находится на крайнем северо-западе, рассматриваемой в данном исследовании территории Европы. Из анализа рисунка 1 следует, что в течение рассматриваемого промежутка времени в данном узле отмечается положительный линейный тренд, который указывает на то, что в многолетнем ходе температуры имеет место повышение среднемесячной температуры воздуха. Скорость повышения температуры составила 0,37°C/10 лет. Достоверность проведенного тренда оценивалась величиной параметра R^2 , которая для данного случая составила 0,1857.

Из рисунка следует, что на фоне повышения температуры происходили значительные межгодовые и декадные ее колебания, которые были апп-

роксимированы полиномом 6-ой степени. Использование полиномиальной аппроксимации в настоящее время используется активно для выявления цикличности, к примеру для анализа изменений температуры в Казахстане [13]. С точностью $R^2 = 0,246$ можно говорить о наличии во временном ряду гармонических колебаний с периодом, примерно, 24-25 лет. Особенно четко это проявляется по экстремальным минимумам температуры. Аналогичный результат был получен и обоснован в работах [1, 11]. Таким образом, в среднем, температура воздуха в течение времени растет не монотонно, а на фоне возрастающей синусоиды. Поэтому ориентироваться только на рост температуры, не совсем правильно, так как, наряду с длительным периодом повышения температуры (например, с 1963 по 1975 годы), наблюдался длительное время отрицательный тренд, то есть, температура преимущественно понижалась, хотя в среднем тренд оставался положительным.

Чтобы выяснить, каковы тенденции изменения в скорости и направлении наблюдались в остальных точках (узлах регулярной сетки с шагом 2,5°) исследуемой территории, для каждой из них строились графики многолетнего распределения температуры, аналогичные той, которые представлены на рисунке 1. По полученным графикам, для каждого узла в отдельности, оценивались трендовые составляющие по которым, предварительно, проводилось осреднение по формуле:

$$a_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ilj} , \quad (1)$$

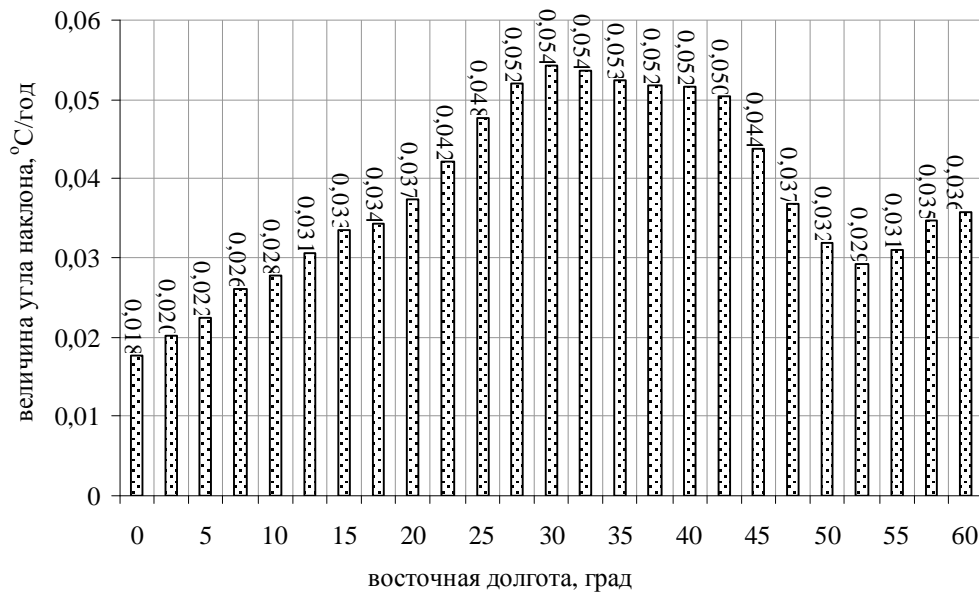


Рис. 2. Распределение величины линейного тренда, усредненного по широтам, вдоль фиксированных долгот I

где a_1 – значение величины тренда, осредненного по широтам j ($j = 40, 42, 5, 45 \dots 60$), при фиксированной долготе I , i – порядковый номер широты, n – количество широт j , кратных $2,5^\circ$. Результаты расчетов представлены на рисунке 2.

Следует отметить, что при анализе скорости изменения температуры, определяемой углом линейного тренда $^\circ\text{C}/\text{год}$, временной интервал составлял 10 лет, т.е. $^\circ\text{C}/10$ лет и фактическая величина угла наклона увеличена в 10 раз.

Из рисунка 2 видно, что в среднем, на всех долготах знак тренда положительный, то есть температура воздуха растет, однако скорость изменения температуры на различных долготах не одинакова. Максимальная скорость повышения температуры приходится на сектор долгот от 25° до 45° в.д., в котором скорость роста температуры превышает $0,5^\circ\text{C}/10$ лет. Экстремальные значения приходятся на долготы 35° - 37° в.д. с величиной тренда до $0,54^\circ\text{C}/10$ лет. К западу от центра величина угла линейного тренда уменьшается, скорость повышения температуры на долготе 0° составляет лишь $0,18^\circ\text{C}/10$ лет. На долготе 50° в.д. появляется второй относительный минимум со значением $0,47^\circ\text{C}/10$ лет. Далее величина тренда растет. На крайнем востоке она достигает величины $0,60^\circ\text{C}/10$ лет.

Описанное усредненное распределение линейных трендов дает представление о наиболее вероятном фоне. В тоже время, анализ кривых, построенных для индивидуальных узлов, показал, что на различных широтных зонах распределение ско-

рости изменения температуры происходит по-разному. Для удобства анализа широтные кривые были сгруппированы по однородности хода и представлены на рисунках. В результате, получены графики отдельно для северных, центральных и южных широт.

Характерные особенности распределения скоростей изменения температуры по долготам для узлов, находящихся в северных широтах (55 - 60° с.ш.), отражены на рисунке 3.

Анализ рисунка показывает, что для северной группы точек имеет место повсеместное повышение температуры. Максимум скорости повышения для них приходится на долготы 30 - 35° в.д. Однако, при перемещении с юга на север локализация очага смещается к востоку, величина экстремума повышается от $0,8^\circ/10$ лет на $I = 55^\circ$ в.д. до $0,94^\circ/10$ лет на долготе 60° в.д.

К западу и востоку скорость роста температуры уменьшается. На крайнем западе величина колебаний по широтам находится в пределах от $0,14^\circ\text{C}/10$ лет на широте 55° в.д. до $0,39^\circ/10$ лет на широте 60° с.ш. На крайнем востоке рассматриваемой территории скорость роста температуры не понижается ниже $0,5^\circ\text{C}/10$ лет. Таким образом, для данной группы широт индивидуальные колебания величины тренда довольно значительные и далеки от осредненных значений, представленных на рисунке 2.

Скорости изменения температуры в центральных широтах ($j = 52,5$ - $47,5^\circ$ с.ш.) представлены на рисунке 4.

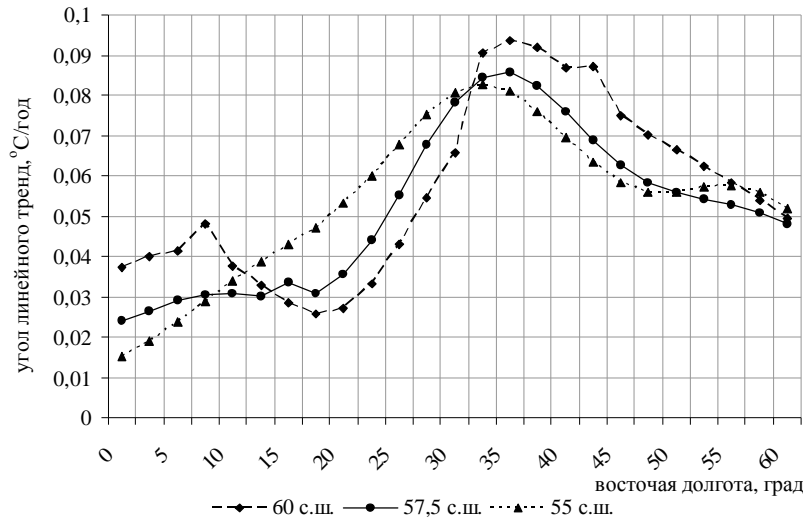


Рис. 3. Изменение скорости роста температуры вдоль долгот для узлов, находящихся в северных широтах 60-55° с.ш.

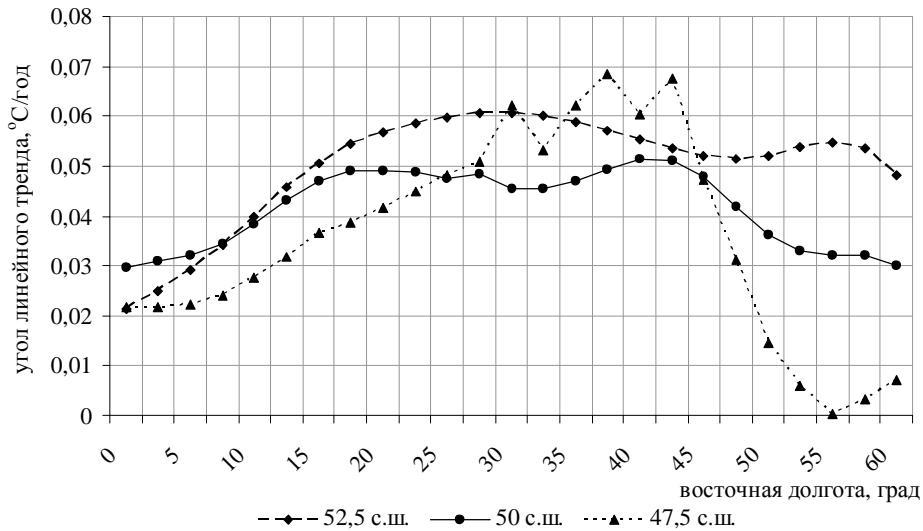


Рис. 4. Изменение скорости роста температуры вдоль долгот для точек, находящихся в центральных широтах ($j = 52,5-47,5^\circ$ с.ш.)

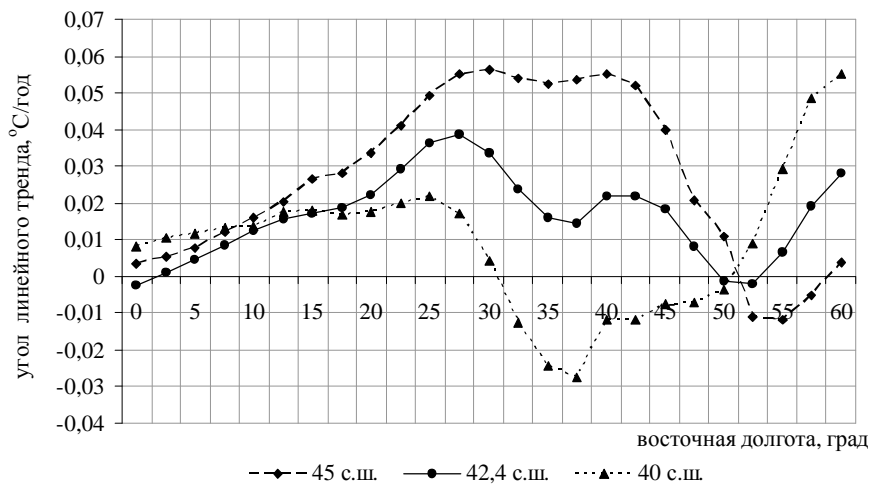


Рис. 5. Изменение скорости роста температуры вдоль долгот для точек, находящихся в южных широтах ($j = 45-40^\circ$ с.ш.)

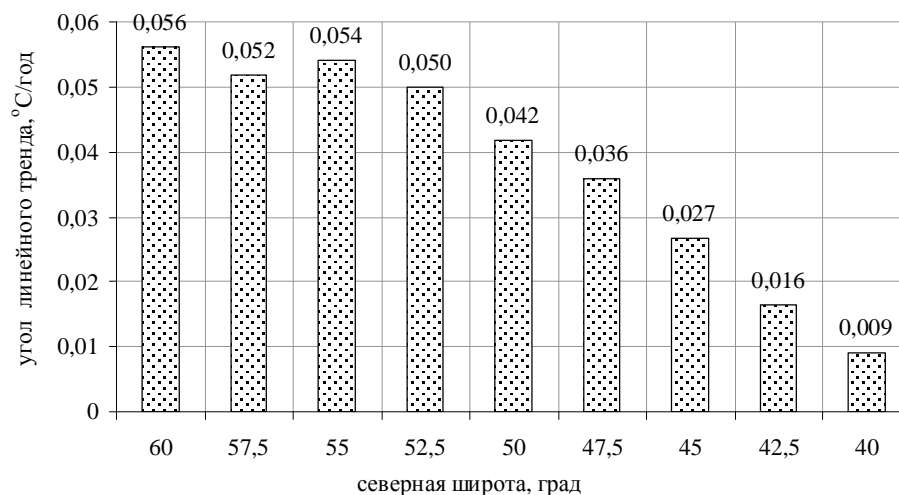


Рис. 6. Распределение по широтам среднедолготных линейных трендов. Январь

Из визуального анализа следует, что для узлов, находящихся на центральных широтах рассматриваемой территории, имеет место также положительный тренд. Однако, по сравнению с северными широтами, скорость роста температуры несколько ниже. На долготах в секторе 25-30° в.д. она составляет 0,60°C/10 лет. Наиболее высокие значения скорости роста отмечаются для широты 47,5° с.ш., где на долготе 45° в.д. угол тренда достигает 0,069.

На западе величина скорости на всех представленных широтах находится в пределах 0,2-0,3 °C/10 лет. На восточной окраине региона между значениями угла наклона имеет место значительный разброс, при этом величина скорости в точке с координатами $j = 47,5^\circ$ с.ш., $l = 55^\circ$ в.д. опускается до нуля. Максимальные значения для этой долготы отмечаются для широты 52,5° с.ш. и составляют 0,55°C/10 лет. Таким образом, дифференцированный подход позволил выявить различия в величине тенденции по долготам температуры до 0,7°C/10 лет.

Особый вид имеет распределение трендов для точек, расположенных на южных широтах, представленных на рисунке 5.

В этих широтах на западных долготах, вплоть до $l = 12,5^\circ$ в.д., характер линейного тренда имеет однородный ход с минимальными значениями на долготе 0°, где значения скорости близки к 0, а на широте 42,5° с.ш. они опускаются даже несколько ниже. В восточном направлении кривые хода трендов для различных широт расходятся. Самые низкие значения отмечаются на широте 40° с.ш. Едва достигнув скорости роста температуры 0,2°C/10 лет на долготе 25° в.д., величина линейного тренда на долготе 32,5° в.д. меняет знак на

противоположный, а на долготе 37,5° в.д. опускается до -0,3°C/10 лет. Еще восточнее, угол наклона линейного тренда быстро возрастает и на долготе 60° в.д. имеет место рост, а его скорость достигает величины 0,65 °C/10 лет.

Максимальные скорости роста температуры в данной группе широт имеют точки, расположенные на широте 45° с.ш. В секторе 27,5-40° в.д. они достигают значений 0,55°C/10 лет, а начиная с долготы 42,5° в.д. линейный тренд быстро снижается, и на долготе 52,5°-55° в.д. принимает отрицательные значения, указывая на тенденцию в этих точках к понижению температуры.

Таким образом, дифференцированный подход позволил обнаружить в данной группе широт районы с преобладанием отрицательных трендов. Это характерно в основном для широты $j = 40^\circ$ с.ш.

Дополнительно в данном разделе были рассмотрены изменения трендов на различных долготах при фиксированной широте. Предварительно рассмотрено изменение трендов, осредненных по долготам при фиксированной широте j , представленных на рисунке 6.

Из вида рисунка следует, что, в общем, наибольшие значения величины положительного линейного тренда наблюдаются в северных широтах с экстремальным значением на $j = 60^\circ$ с.ш. Средняя скорость изменения температуры составляет на этой широте 0,58°C/10 лет. При смещении в южные широты скорость изменения температуры монотонно понижается, принимая на широте $j = 40^\circ$ с.ш. значение линейного тренда менее 0,01 °C/10 лет.

С практической точки зрения важно иметь представление о фактическом распределении линейных трендов. Предварительный анализ построенных для каждой долготы рисунков, позволил сгруппировать

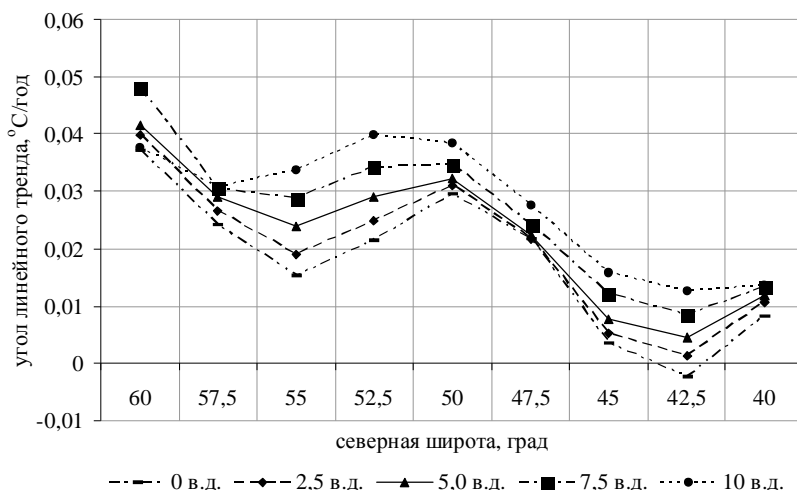


Рис. 7. Скорость изменения температуры в широтной зоне 40-60° с.ш. на долготах 0-10° в.д.

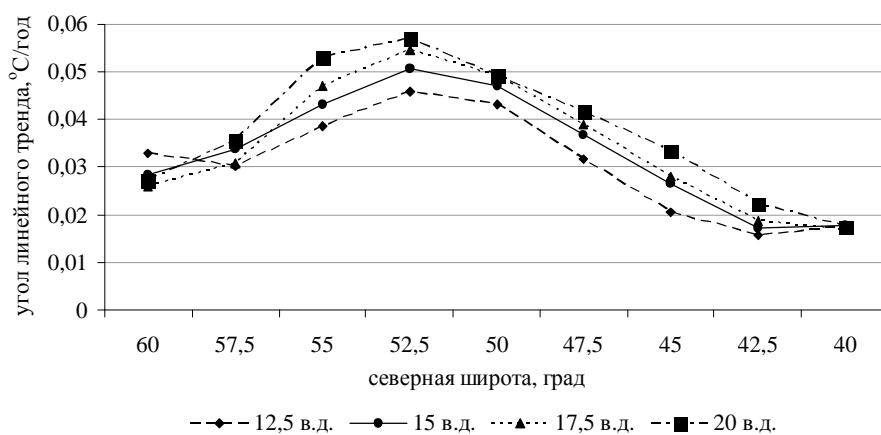


Рис. 8. Скорость изменения температуры в широтной зоне 40-60° с.ш. на долготах 12,5-20° в.д.

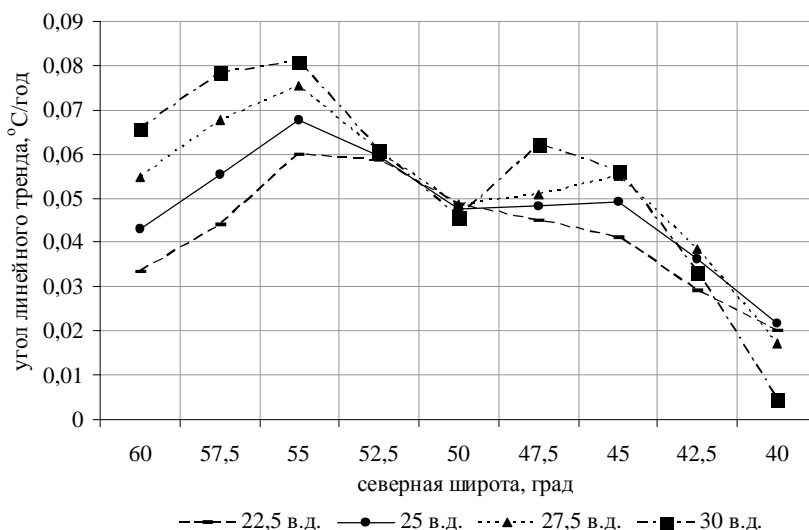


Рис. 9. Скорость изменения температуры в широтной зоне 40-60° с.ш. на долготах 22,5-30° в.д.

их также по однородности распределения. Оказалось, что с целью наибольшей наглядности их мож-

но разделить на шесть групп, достаточно различных между собой и однородных внутри.

К первой группе отнесены долготы в секторе от 0-10° в.д. Характер изменения скорости температуры на этих долготах представлен на рисунке 7.

Из рисунка следует, что они имеют аналогичные конфигурации кривых. Самые низкие показатели скорости изменения температуры на всех широтах отмечаются на крайней западной долготе 0° в.д. Колебания по широтам для данной долготы находятся в интервале от 0,39°C/10 лет на долготе 0° с.ш., до слабых отрицательных значений на широте 42,5° с.ш. Это единственная кривая в этой группе, на которой имеет место отрицательный тренд.

Кривая тренда для долготы 10° в.д. занимает на рисунке самое высокое положение, что свидетельствует о максимальной, по отношению к остальным долготам, скорости повышения температуры. Максимум на этой долготе достигается на широтах 50-52,5° с.ш., где составляет 0,40°C/10 лет. При перемещении к южным широтам, скорость изменения температуры на всех долготах уменьшается пропорционально рассматриваемой долготе с востока на запад. Минимальные скорости отмечаются на широте 42,5° с.ш., изменяясь от 0,12°C на долготе 10° в.д. до слабых отрицательных значений на долготе 0° в.д.

Характер отклонения скорости температуры на долготах, более удаленных к востоку (12,5-20° в.д.), показано на рисунке 8.

Из рисунка 8 следует, что распределение кривых для указанных долгот по широтам имеет также однородный характер. Особенностью хода кривых данной группы – наличие на всех долготах максимальной скорости изменения температуры на широте 52,5° с.ш. При этом самая высокая скорость связана с долготой $I = 20^\circ$ в.д., где скорость роста равна 0,57°C. Западнее долготы $I = 20^\circ$ в.д. величина скорости понижается до 0,46°C. Минимальная скорость наблюдается на южных широтах. А на всех долготах она имеет положительные значения и составляет 0,19°C.

На рисунке 9 представлены распределения трендов в изменении скорости на долготах от 22,5 до 30° в.д., из которого видно, что они на всех широтах имеют положительный знак.

Особенностью их является то, что, максимум угла наклона тренда смещен на широту 55° с.ш., при этом самые высокие значения скорости наблюдаются для точек, находящихся на долготе 30° в.д., где они составляют 0,8°C/10 лет. На западной границе данного сектора ($I = 22,5^\circ$ в.д.) температура воздуха растет со скоростью 0,6°C/10 лет, что так-

же превышает величину тренда в предыдущей группе долгот. К югу от точки максимальной величины тренда, значение скорости изменения температуры уменьшается, опускаясь на широте $j = 40^\circ$ с.ш. до нулевых значений.

Распределение по широтам температурных трендов на долготах 32,5-40° в.д., представлено на рисунке 10.

Анализ рисунка 10 указывает, во-первых, на значительную однородность всех кривых, входящих в данную группу, а во-вторых, по сравнению с предыдущими долготами, величина тренда на данном секторе достигает максимальных значений на широте 60° с.ш., где рост температуры на всех долготах приближается к 1,0°C/10 лет. К югу, до широты 45° с.ш., величина тренда монотонно замедляется, оставаясь положительной и достаточно высокой (0,6°C/10 лет), затем происходит резкое уменьшение тренда, а на широте $j = 42,5^\circ$ с.ш. на всех долготах обнаруживается тенденция к понижению температуры до -0,35 °C/10 лет.

В секторе долгот от 42,5° с.ш. до 50° с.ш. на рисунке 11, также как и в более западной группе долгот (32,5-40° в.д.), максимум роста температуры отмечается в крайних северных широтах, но уровень его выше и колеблется в пределах от 0,85 °C/10 лет на долготе 42,5° в.д. до 0,67 °C на долготе 50° в.д.

К югу, до широты 52,5° с.ш. скорость роста температуры монотонно на всех долготах в равной мере уменьшается, а еще южнее (на широте 47,5° с.ш.) имеет место значительный разброс в ходе кривых. Причем, наибольшие значения отмечаются на более западных долготах данного сектора (42,5° в.д.), где они могут достигать 0,7 °C/10 лет, а на долготе 50° в.д. она опускается до 0,18 °C/10 лет. На самых южных широтах тренд температуры приобретает слабые отрицательные значения.

Отличный от других, имеют вид кривые хода тенденции температуры в секторе долгот 52,5° в.д. – 60° в.д., представленные на рисунке 12. Для них характерна значительная однородность, практически полное повторение в величине и знаке тенденции на всех широтах. На широтах 60-52,5° с.ш. имеет место ровный ход скорости изменения температуры, которая находится на уровне 0,4-0,5 °C/10 лет.

На более южных широтах величина скорости роста уменьшается, а на широте 45° с.ш. тенденция на всех долготах, кроме $I = 60^\circ$ в.д., приобретает отрицательный знак, исключение составляют крайние восточные долготы. Но, начиная с широты 45° с.ш. в изменении скорости температуры

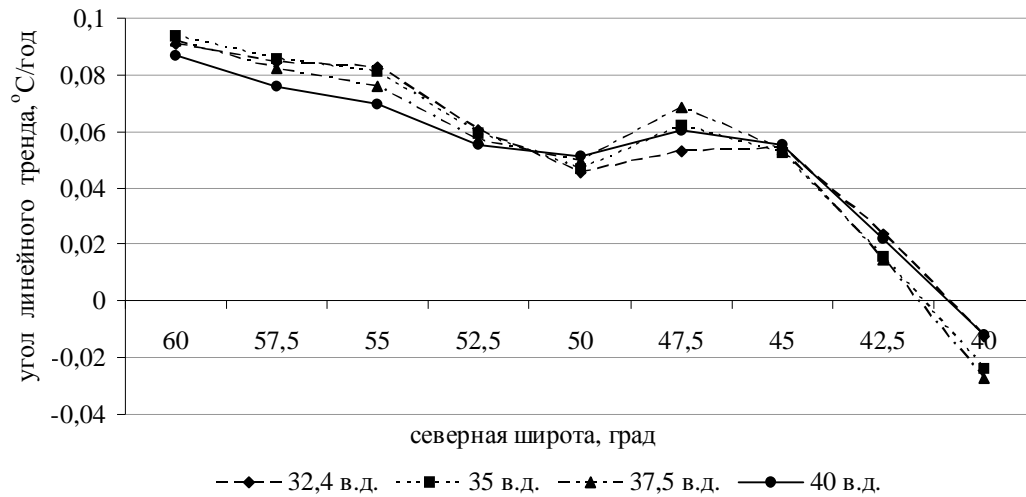


Рис. 10. Скорость изменения температуры в широтной зоне 40-60° с.ш. на долготах 32,5-40° в.д.

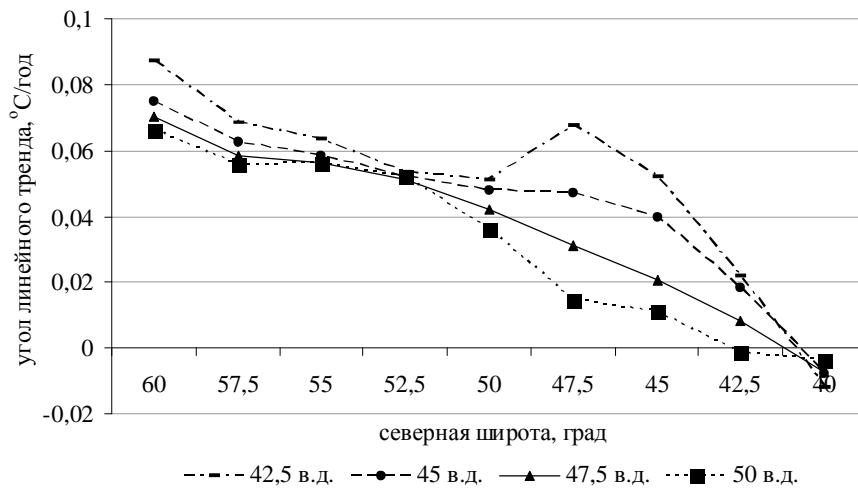


Рис. 11. Скорость изменения температуры в широтной зоне 40-60° с.ш. на долготах 42,5-50° в.д.

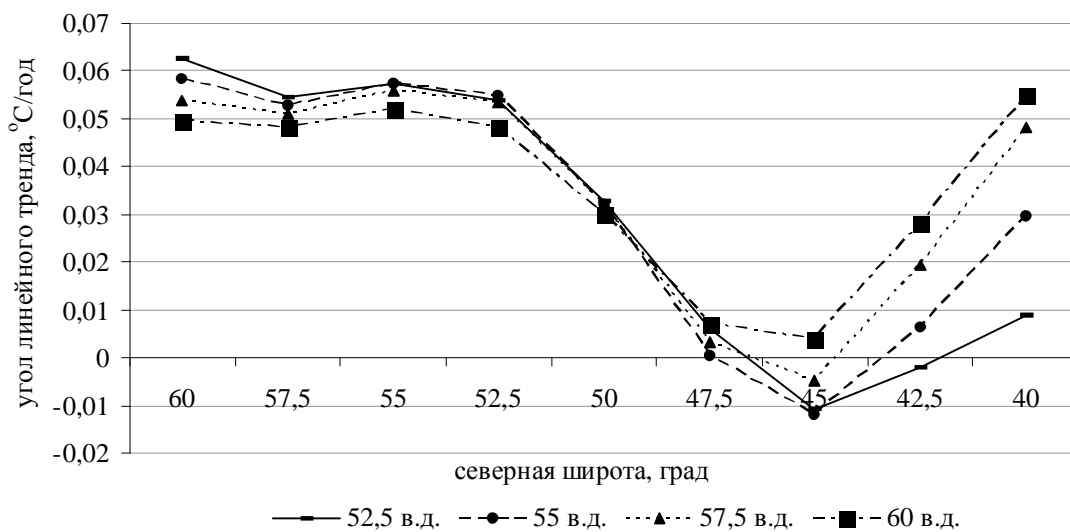


Рис. 12. Скорость изменения температуры в широтной зоне 40-60° с.ш. на долготах 52,5-60° в.д.

происходит разброс, который находится в пределах от 0,1 °С/10 лет на западных долготах, до 0,58 °С/10 лет – на востоке.

Проведенный анализ временных рядов позволил выявить определенные закономерности, полученные для конкретной рассмотренной территории. Статья имеет прикладную, практическую направленность. Полученные результаты полезно использовать для разработки инерционно-климатического прогноза, а также при перспективном планировании мероприятий, зависящих от погодных условий, и при принятии решений в качестве предварительных прогностических рекомендаций в дополнение к основному прогнозу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Л. М. Исследование динамики многолетнего ряда температуры в целях разработки сверхдолгосрочного прогноза / Л. М. Акимов, Т. Н. Задорожная // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2014. – № 3. – С. 35-39.

2. Акимов Л. М. Многолетние изменения температуры воздуха города Воронежа во второй половине 20-го века / Л. М. Акимов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2009. – № 2. – С. 137-141.

3. Груза Г. В. Вероятностная оценка наблюдаемых и ожидаемых изменений климата Российской Федерации: температура воздуха / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Москва : Институт глобального климата и экологии, 2011. – С. 43-70.

4. Доклад Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 год. – Москва : Росгидромет, 2014. – 246 с.

5. Задорожная Т. Н. Гармонический анализ временного ряда температуры воздуха Северного полушария / Т. Н. Задорожная, Ю. В. Шипко, А. В. Битюков // Всероссийская научно-практическая конференция, 26 ноября 2009 г. – Воронеж : Военный авиационный инженерный университет, 2009. – С. 91-95.

6. Задорожная Т. Н. Оценка тенденций в многолетнем ходе температурного режима Северного полушария на уровне 1000гПа / Т. Н. Задорожная, В. П. Закусилов, А. М. Луговской // Вестник высшего военного авиационного инженерного училища. – Воронеж, 2012. – № 2. – С. 56-62.

7. Изменение температуры воздуха Северного полушария за период 1881-1975 гг. / И. И. Борзенкова [и др.] // Метеорология и гидрология. – 1976. – № 7. – С. 27-35.

8. Климатическая доктрина РФ : постановление правительства РФ от 17 декабря 2009 № 851-рп. – URL: <http://www.gistatgroup.com/> (дата обращения 15.12.2011).

9. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Изменения климата. – Москва : Росгидромет. – 2008. – Т. 1. – 227 с.

10. Панин Г. Н. Об изменениях климата в полярных зонах Земли в XX и XXI столетиях / Г. Н. Панин // Доклады АН. – 2009. – Т. 427, № 3. – С. 397-402.

11. Сонечкин Д. М. Оценка природы современного потепления климата на основе анализа пространственно-временной изменчивости температуры воздуха / Д. М. Сонечкин, Н. Н. Иващенко // 70 лет Гидрометцентру России : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1999. – С. 166-176.

12. Спирина Л. П. О вековом ходе средней температуре воздуха Северного полушария / Л. П. Спирина // Метеорология и гидрология. – 1969. – С. 85-90.

13. Чередниченко А. В. Современные климатические циклы во временных рядах температуры и осадков над Казахстаном / А. В. Чередниченко, А. В. Чередниченко, В. С. Чередниченко // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2017. – № 4. – С. 15-34.

14. Harley W. S. Trends and variations of temperature in the lower troposphere / W. S. Harley // Monthly Weather Review. – 1978. – Vol. 106, No. 3. – P. 413-416.

15. NCEP/DOE AMIP II Reanalysis]. – URL: <http://www.esrl.noaa.gov/pcd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html> (дата обращения: 22.11.2016).

REFERENCES

1. Akimov L. M. Issledovaniye dinamiki mnogoletnego ryada temperatury v tselyakh razrabotki sverkhdolgosrochnogo prognoza / L. M. Akimov, T. N. Zadorozhnaya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2014. – № 3. – S. 35-39.

2. Akimov L. M. Mnogoletniye izmeneniya temperatury vozdukha goroda Voronezha vo vtoroy polovine 20-go veka / L. M. Akimov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2009. – № 2. – S. 137-141.

3. Gruza G. V. Veroyatnostnaya otsenka nablyudayemykh i ozhidayemykh izmeneniy klimata Rossiyskoy Federatsii: temperatura vozdukha / G. V. Gruza, E. YA. Ran'kova // Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem. – Moskva : Institut global'nogo klimata i ekologii, 2011. – S. 43-70.

4. Doklad Rosgidrometa ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2013 god. – Moskva : Rosgidromet, 2014. – 246 s.

5. Zadorozhnaya T. N. Garmonicheskii analiz vremennogo ryada temperatury vozdukha Severnogo polushariya / T. N. Zadorozhnaya, YU. V. SHipko, A. V. Bitjukov // Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 26 noyabrya 2009 g. – Voronezh : Voyennyu aviatsionnyu inzhenernyy universitet, 2009. – S. 91-95.

6. Zadorozhnaya T. N. Otsenka tendentsiy v mnogoletnem khode temperaturnogo rezhima Severnogo polushari-

ya na urovne 1000gPa. / T. N. Zadorozhnaya, V. P. Zakusilov, A. M. Lugovskoy // Vestnik vysshego voyennogo aviatсионного inzhenerного uchilishcha. – Voronezh, 2012. – № 2. – S. 56-62.

7. Izmeneniye temperatury vozdukha Severnogo polushariya za period 1881-1975 gg. / I. I. Borzenkova [i dr.] // Meteorologiya i gidrologiya. – 1976. – № 7. – S. 27-35.

8. Klimaticheskaya doktrina RF : postanovleniye pravitel'stva RF ot 17 dekabrya 2009 № 851-рп. – URL: <http://www.gistatgroup.com/> (data obrashcheniya 15.12.2011).

9. Otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii // Izmeneniya klimata. – Moskva : Rosgidromet. – 2008. – Т. 1. – 227 s.

10. Panin G. N. Ob izmeneniyakh klimata v polyarnykh zonakh Zemli v КНKH i КНKHИ stoletiyakh / G. N. Panin // Doklady AN. – 2009. – Т. 427, № 3. – S. 397-402.

11. Sonechkin D. M. Otsenka prirody sovremennogo potepeniya klimata na osnove analiza prostranstvenno-vre-

mennoy izmenchivosti temperatury vozdukha / D. M. Sonechkin, N. N. Ivashchenko // 70 let Gidromettsentru Rossii : sbornik nauchnykh trudov. – Sankt-Peterburg : Gidrometeoizdat, 1999. – S. 166-176.

12. Spirina L. P. O vekovom khode sredney temperature vozdukha Severnogo polushariya / L. P. Spirina // Meteorologiya i gidrologiya. – 1969. – S. 85-90.

13. СHerednichenko A. V. Sovremennyye klimaticheskiye tsikly vo vremennykh ryadakh temperatury i osadkov nad Kazakhstanom / A. V. СHerednichenko, A. V. СHerednichenko, V. S. СHerednichenko // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2017. – № 4. – S. 15-34.

14. Harley W. S. Trends and variations of temperature in the lover troposphere / W. S. Harley // Monthly Weather Review. – 1978. – Vol. 106, No. 3. – P. 413-416.

15. NCEP/DOE AMIP II Reanalysis]. – URL: http://www.esrl.noaa.gov/pcd/data/gridded/data.ncep_reanalysis2.html (data obrashcheniya: 22.11.2016).

Акимов Леонид Мусамудинович

кандидат географических наук, доцент, зав. кафедрой природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, 8-951-850-49-82, E-mail: akl63@bk.ru, root@geogr.vsu.ru

Задорожная Тамара Николаевна

кандидат географических наук, доцент Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, г. Воронеж, т. (473) 222-99-07

Akimov Leonid Musamudinovitch

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of nature management, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-951-850-49-82, (473) 266-56-54, E-mail: akl63@bk.ru, root@geogr.vsu.ru

Zadorozhnaya Tamara Nikolayevna

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of Military Educational and Scientific Centre of the Air Force, «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovskiy and Y.A. Gagarin» (Voronezh) of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Voronezh, tel. (473)222-99-07