

9. *Giorgi F., Bi X., Pal J. S.* Mean interannual variability and trends in a regional climate change experiment over Europe. I. Present-day climate (1961. – 1990) // *Climate Dynamics*. – 2004. – **22**. – P. 733–756.
10. *Benjamin A., Cash E., Edwin K.* Origin of regional climate differences: role of boundary conditions and model formulation in two GCMs // *Ibid.* – 2005. – **25**. – P. 709–723.
11. *Хромов С. П., Мамонтова Л. И.* Метеорологический словарь. – Ленинград: Гидрометиздат, 1974. – 568 с.
12. *Бойченко С. Г., Волощук В. М.* Основные закономерности современной динамики глобального температурного режима тропосферы // *Доп. НАН України*. – 2006. – № 5. – С. 106–109.
13. *Гончарова Л. Д., Серга Е. М., Школьный Е. П.* Клімат і загальна циркуляція атмосфери. – Київ: Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2005. – 251 с.
14. *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – Москва: Мир, 1979. – 485 с.

*Институт геофизики им. С. И. Субботина
НАН Украины, Киев*

Поступило в редакцию 19.07.2006

УДК 551.524.3+551.513.11+519.246.8

© 2007

Академик НАН Украины **В. Н. Еремеев, Т. М. Баянкина,
А. Н. Жуков, Н. Е. Лебедев, В. В. Пустовойтенко, А. А. Сизов,
Л. И. Сухих**

О волновых свойствах пространственной изменчивости полей температуры воздуха в Северной Евразии на межгодовых масштабах

The analysis of peculiarities of the spatial distribution of the amplitudes of some harmonics of time series spectra of the air ground temperature above the Northern Eurasia reveals their intraspectral variability not only in time, but also in space. This feature indicates a fractal-wave structure of the spectral variability of the processes and the fields in time. The obtained results allow us to assume a similar structure of the variability in space.

Разрабатываемый авторами метод внутриспектрального анализа (ВСА) [1–3] может быть использован в исследованиях закономерностей изменчивости характеристик спектральной структуры (т. е. ритмодинамики) природных процессов не только по времени, но и по пространству. Ряд предположений, сделанных в связи с этим в статье [3], сводится к тому, что для квазипериодических процессов в атмосфере и гидросфере общий характер изменчивости по времени и по пространству может быть подобным. Другими словами, если для ритмодинамики по времени параметров какого-либо процесса характерны свойства внутриспектральной изменчивости (ВСИ) и фрактально-волновой структуры такой изменчивости (ФВСИ), то эти свойства также должны наблюдаться и для пространственной изменчивости этих же параметров.

Предложенное в [3] понятие ФВСИ означает, что, если временная изменчивость процесса на каком-либо масштабе может быть в основном сведена к суперпозиции группы нескольких доминирующих квазипериодических колебаний, каждое из которых также может быть

представлено аналогичной группой квазипериодических колебаний и т. д. (свойство ВСИ), то в целом такую спектральную структуру изменчивости процесса можно считать устроенной фрактально-волновым способом с учетом таких известных свойств фракталов, как вложенность и самоподобие [4]. Иначе говоря, такую спектральную структуру в ее изменчивости можно рассматривать как сложный многомодовый квазипериодический вибратор с резонансным взаимодействием между отдельными колебаниями по аналогии с принципами физической акустики [1, 3]. Такой подход по содержанию в определенной степени отличается от известного понятия скейлинга [5].

Сам факт существования различных волн в изменчивости параметров атмосферы известен давно [6, 7]. Однако традиционными методами такие свойства, как ВСИ и ФВСИ ритмодинамики этих параметров по пространству до сих пор не выделялись [8, 9]. Свойство ВСИ является ключевым признаком, указывающим на возможность существования у исследуемых процессов ФВСИ по времени [1, 3]. Для проверки высказанных выше предположений необходимо было убедиться в существовании этого свойства для изменчивости параметров среды по пространству.

Для этого был проведен численный анализ межгодовой изменчивости поля приземной температуры воздуха. Использовались массивы срочных и среднесуточных значений данных 223 пунктов наблюдений бывшего СССР из российской части мирового центра данных (WDC-B) (URL: <http://www.-meteo.ru/data/emdata.htm>; <http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ndp048>) и среднемесячных значений национального климатического центра данных (NCDC, USA) (URL: <http://dss-ucar.edu/datasets/ds570.0>) Интернета. Выбор температуры воздуха для исследований на межгодовых масштабах был связан с тем, что она является одним из важнейших климатообразующих факторов [6].

Объектом исследований являлась межгодовая изменчивость пространственного распределения поля амплитуд отдельных колебаний, представленных гармониками спектров временных рядов среднегодовых значений приземной температуры воздуха. По отрезкам таких рядов для выбранного интервала времени с помощью преобразования Фурье рассчитывались спектры с идентичной частотной сеткой; для каждой гармоники спектра строилось поле изменчивости ее амплитуды по пространству. Для выявления свойства ВСИ по пространству исследовался характер этой изменчивости, а также более полной картины колебаний анализ проводили по всему массиву WDC-B с дополнениями данных из массива NCDC для территории Западной Европы и ряда других мест.

С учетом степени насыщенности разных районов рассматриваемой территории станциями наблюдений для анализа был выбран прямоугольный участок, ограниченный 45° – 70° с. ш. и 0° – 140° в. д. На рис. 1, а показана общая обеспеченность данными измерений температуры воздуха для станций NCDC и WDC-B в этих пределах (305 и 166 станций соответственно). Из этих графиков и с учетом того, что массив данных WDC-B обеспечивает более 80% исследуемой территории, следует, что наиболее полноценные результаты анализа можно получить с 1943 по 1987 годы.

Если пробелы в измерениях соответствующих отрезков рядов составляли не более 3–4 лет подряд, то в данном случае они заполнялись с помощью линейной интерполяции. При этом результаты интерполяции корректировались по полным данным наиболее близко расположенных соседних станций [5]. Станции, ряды наблюдений на которых были короче выбранного временного отрезка или имели пробелы в измерениях более 4 лет подряд, исключались из анализа. Для устранения влияния климатических зон из использованных рядов были удалены значения их постоянных составляющих. После этого они были норми-

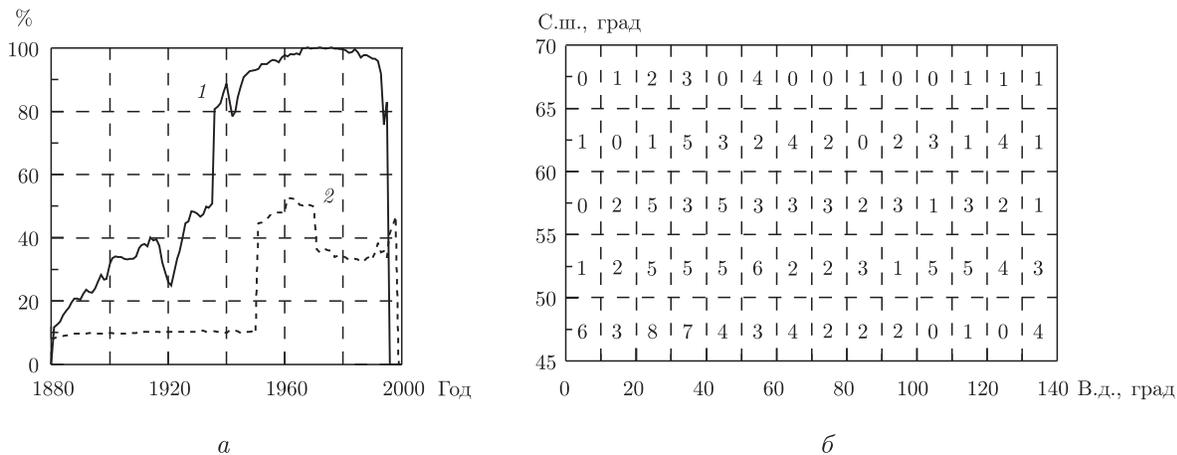


Рис. 1. Наличие суток наблюдений по 166 станциям массива WDC-B (1) и месяцев наблюдений по 305 станциям массива NCDC (2), % от максимально возможных значений (а), и плотность расположения всех станций (их количество) по ячейкам 5° с. ш. $\times 10^\circ$ в. д. (б)

рованы на величины своих среднеквадратических отклонений (σ), что позволило устранить влияние степени континентальности климата.

Общее число использованных станций — 174 (151 — массив WDC-B и 23 — массив NCDC) обеспечивало выявление пространственных колебаний межгодовой изменчивости температуры воздуха на регулярной сетке в среднем с шагом 5° . Реальная плотность географического расположения станций весьма неодинакова и для отдельных районов граница высоких частот может меняться от $2\text{--}3^\circ$ до $20\text{--}30^\circ$ как по широте, так и по долготе (см. рис. 1, б). С учетом этого, при получении полей пространственной изменчивости амплитуд отдельных гармоник результаты расчетов спектров были интерполированы (программой Surfer) в узлы регулярной сетки 50×140 , т. е. $0,5^\circ$ с. ш. $\times 1,0^\circ$ в. д., что минимально необходимо для проведения далее ВСА по пространству.

На рис. 2 приведены примеры пространственной изменчивости амплитуд гармоник полученных спектров с периодами 22,5 и 9,0 лет рядов температуры воздуха для всех использованных пунктов наблюдений за выбранный период времени. Данные масштабы изменчивости интересны не только тем, что близкие к ним величины устойчиво выделяются для большинства процессов атмосферы и океана в любых районах земного шара, но и возможной связью с солнечной активностью и лунным циклом сароса [5, 10].

Разделение общей картины поля изменчивости температуры на отдельные колебания позволяет увидеть ряд ее характерных ритмодинамических особенностей. Линия близких к нулю средних за все время анализа (45 лет) годовых температур примерно по диагонали от Скандинавии до Приморского края разделяет Северную Евразию на две области. Север и северо-восток от этой области занимает область с преимущественно антициклоническими на межгодовых масштабах условиями циркуляции и соответствующим преобладанием в спектрах наблюдений (т. е. в энергетике сигналов) низкочастотных (НЧ) гармоник с периодом $T > 10$ лет. Юг и юго-запад от этой линии занимает область в основном с циклоническими условиями циркуляции и доминированием высокочастотных (ВЧ) гармоник в спектрах ($T < 6\text{--}8$ лет). При этом все поля изменчивости температуры по отдельным колебаниям имеют разномасштабную ячеистую структуру, являющуюся следствием ортогональности двух основных направлений выявленных колебаний: широтного и мери-

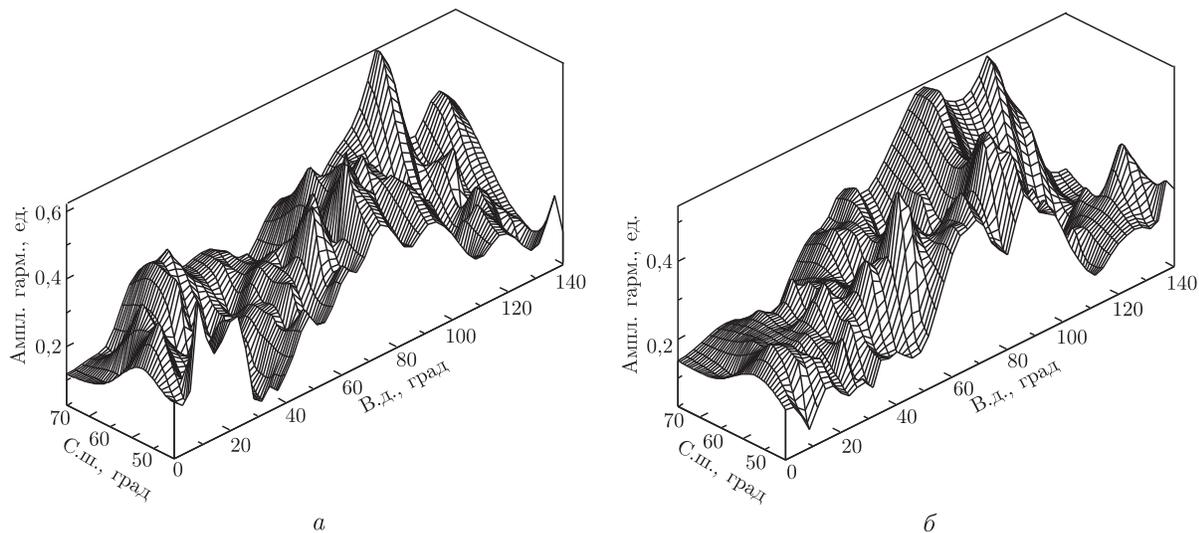


Рис. 2. Поля пространственной изменчивости амплитуд гармоник спектров за 45 лет (после удаления постоянной составляющей и нормировки на σ) с периодами 22,5 года (а) и 9,0 лет (б)

дионального (см. рис. 2, 3). Для групп волн обоих направлений амплитуды колебаний по пространству в среднем составляют от $0,3$ до $0,8^{\circ}\text{C}$, т. е. являются значимыми при точности измерений $0,1^{\circ}\text{C}$.

При реализации метода ВСА по пространству ось времени заменяется одной из осей пространства, по которой и осуществляются все операции. В данном случае это оси запад — восток (для каждого из выбранных дискретных значений с. ш.) или север — юг (аналогично для выбранных значений в. д.). Исследуемый участок такой оси, например от 0 до 140° в. д. и для 50° с. ш., преобразуется в последовательность четырнадцати десятиградусных отрезков, для каждого из которых выполняется преобразование Фурье. Последующий расчет вторичных спектров по рядам из 14 значений амплитуд гармоник первичных спектров был ограничен гармоникой с длиной волны 10° , поскольку анализ для меньших гармоник в данном случае не был обеспечен достаточной плотностью данных. Проведенный таким образом анализ полей отдельных широтных колебаний для наиболее обеспеченного данными участка между 50 и 60° с. ш. показал, что эти волны обладают, как и предполагалось, свойством ВСИ по пространству. Доминирующими у этой группы оказались гармоники с длинами волн около $20\text{--}23^{\circ}$, 47° , 70° и 140° или $870\text{--}1000$ км, 2000 , 3000 и 6000 км.

Недостаточная обеспеченность данными наблюдений меридиональных колебаний и примерно в $2\text{--}2,5$ раза их меньшая амплитуда в данном случае позволили получить для аналогичных вышеуказанных параметров лишь предварительные оценки без использования ВСА по пространству. По полученным результатам, это волны с доминирующими длинами около 8° , 12° и 25° или 920 , 1400 и 2800 км для наиболее обеспеченного данными наблюдений участка между $20\text{--}60^{\circ}$ в. д. Видимо, свойство ВСИ по пространству характерно и для них, однако, это обстоятельство нуждается в дополнительной проверке с расширением области исследований на юг не менее, чем до уровня 10° с. ш.

С учетом изложенного выше можно предположить, что квазипериодическая изменчивость поля температуры по пространству, обладающая указанной структурой и свойствами, является генетически связанной с обнаруженными ранее [1–3] аналогичными свойствами изменчивости по времени. Таким образом, полученные результаты в первом приближении

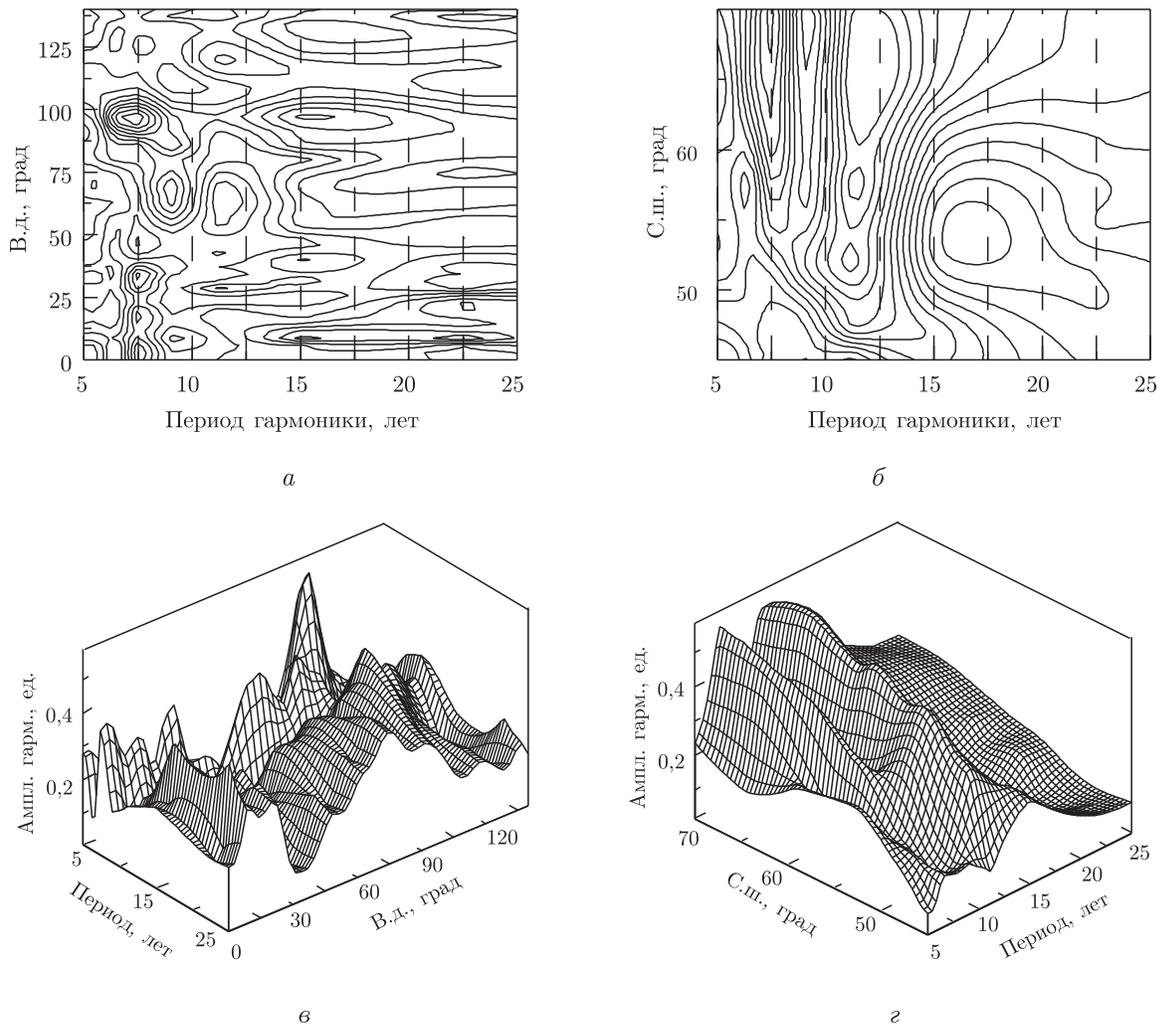


Рис. 3. Поля пространственной изменчивости амплитуд всех гармоник спектров за 45 лет вдоль 55° с. ш. (а, в) и 40° в. д. (б, г)

подтверждают сделанное ранее предположение о существовании пространственной ВСИ температуры воздуха. С учетом ряда других, полученных авторами результатов [1–3], есть основания рассматривать аналогичные возможности для пространственных полей параметров не только атмосферы, но и других геофизических параметров с точки зрения оценки их универсальности. Поскольку ВСИ является частным проявлением ФВСИ процессов по времени, то дальнейшее использование описанного в настоящем сообщении метода анализа для разных пространственных масштабов, например, от масштабов всего северного полушария до масштабов отдельных регионов на сетке 10–20 км, покажет, сохраняется ли такая связь между ВСИ и ФВСИ в пространственной системе координат.

1. Булгаков Н. П., Жуков А. Н., Сизов А. А. Исследование общих групп устойчивых ритмов межгодовой изменчивости температуры воздуха и ряда других процессов в прибрежных зонах // Доп. НАН України. – 2004. – № 9. – С. 99–104.
2. Жуков А. Н., Сизов А. А., Никольский В. Н., Шульман Г. Е. Ритмодинамика отдельных процессов и волновые свойства экосистемы Черного моря // Там же. – 2005. – № 6. – С. 187–191.

3. *Еремеев В. Н., Жуков А. Н., Сизов А. А.* Исследование особенностей ритмодинамики межгодовой изменчивости гидрометеорологических и гидрологических процессов в прибрежных зонах // Докл. АН. – 2006. – **409**, № 5. – С. 836–839.
4. *Mandelbrot B. B.* The fractal geometry of nature. – San Francisco: Freeman & Co, 1982. – 460 p.
5. *Мотин А. С., Сонечкин Д. М.* Колебания климата по данным наблюдений: тройной солнечный и другие циклы. – Москва: Наука, 2005. – 191 с.
6. *Витвицкий Г. Н.* Зональность климата Земли. – Москва: Мысль, 1980. – 253 с.
7. *Гилл А.* Динамика атмосферы и океана: В 2-х т. Т. 2. Пер. с англ. – Москва: Мир, 1986. – 415 с.
8. *Галин М. Б.* Исследование динамики сверхдлинных волн с помощью временных эмпирических ортогональных функций // Изв. АН. Физика атмосферы и океана. – 2002. – **38**, № 1. – С. 34–46.
9. *Gaffen D. J., Ross R. J.* Climatology and trends of U. S. surface humidity and temperature // J. Climate. – 1999. – **12**, No 3. – P. 811–828.
10. *Currie R. G.* Periodic (18.6-year) and cyclic (11-year) induced drought and flood in Western North America // J. Geophys. Res. – 1984. – **89**, № D5. – P. 7215–7230.

Океанологический центр НАН Украины,
Севастополь
Морской гидрофизический институт НАН Украины,
Севастополь

Поступило в редакцию 14.08.2006

УДК 550.837.3

© 2007

С. П. Левашов, член-корреспондент НАН Украины **Н. А. Якимчук**,
И. Н. Корчагин

Экспресс-технология “прямых” поисков и разведки месторождений углеводородов геоэлектрическими методами и перспективы ее применения

The generalized results of geoelectric studies with the FSPEF-VERS technologies on the known oil and gas fields and areas perspective for hydrocarbons in Western Kazakhstan and in Ukraine are given. Some directions, in which a more active use of these technologies can bring the appreciable result in the nearest future, are discussed. It is recommended to include the express-technology of “direct” searching and exploring for the concourses of hydrocarbons by geoelectric methods in the complex of geological-geophysical methods of the searching and prospecting of oil and gas deposits. Its application on the oil and gas fields and the perspective area in Ukraine, as well as on the territory of other states, will allow raising the efficiency of the geological-prospecting process of searching and exploring of oil and gas as a whole.

В серии публикаций [1–14] описывается эффективная экспресс-технология “прямых” поисков и разведки залежей углеводородов (УВ), разработанная на базе геоэлектрических методов, а также результаты ее практического применения. Она включает метод становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП), флюксометрическую съемку и метод вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ). Совместное использование этих методов в рамках технологии позволяет выявлять и оконтуривать по площади аномалии типа залежь, оценивать мощности аномально поляризованных пластов (АПП)