

Холопцев А.В., Буракова А.В.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДИНАМИКИ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ НАД СЕВЕРНЫМ, ЮЖНЫМ ПОЛУШАРИЯМИ ЗЕМЛИ И ИНДЕКСА СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЯ С ВАРИАЦИЯМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ПЕРИОД С 1906 ПО 2005 г.

Совершенствование методов моделирования и прогнозирования динамики характеристик глобального климата нашей планеты является одной из актуальных проблем физической географии.

Согласно современным представлениям о факторах изменчивости характеристик глобального климата [1], к числу наиболее значимых на временных масштабах десятки лет относятся изменения характеристик парникового эффекта [2], глобальной атмосферной циркуляции [3], а также солнечной активности [4].

Динамика характеристик парникового эффекта определяется изменчивостью концентраций и распределений в атмосфере парниковых газов - диоксида углерода, водяного пара, метана, закиси азота, фреонов, озона и др., которые зависят не только от антропогенных, но и от весьма влиятельных природных факторов. К числу последних относится изменчивость состояния солнечной активности, во многом определяющая не только динамику содержания в стратосфере озона, метана, закиси азота и водяного пара, но и ее прозрачность в видимом диапазоне спектра солнечной радиации (в его интервале длин волн, соответствующих линии поглощения озона [5]).

К числу наиболее существенных проявлений изменений характеристик парникового эффекта относится динамика средних температур приземного слоя атмосферы над Северным и Южным полушариями Земли [6]. Она не только оказывает влияние на развитие любых наземных форм жизни на нашей планете, но и во многом определяет изменения характеристик глобальной атмосферной циркуляции. При этом изменяется и такая ее характеристика как индекс североатлантического колебания (САК) [7], что определяет межгодовую изменчивость различных синоптических процессов в Северном полушарии, в том числе – приносящих атмосферные осадки в Украину [8].

Учитывая это, изменения состояния солнечной активности могут относиться к числу факторов, оказывающих существенное влияние как на динамику средних температур приземного слоя атмосферы над Северным и Южным полушариями Земли, так и изменчивость значений индекса САК.

Установлено [9,10], что изменения состояний солнечной активности, осредненных по поверхности Северного и Южного полушарий температур приземного слоя атмосферы, а также индекса САК могут рассматриваться как полигармонические процессы. Накопленные к настоящему времени временные ряды их наблюдений достаточны для изучения связей между ними с помощью процедур не только корреляционного, но и спектрального анализа [11]. Несмотря на это закономерности статистических связей между спектральными составляющими этих процессов в настоящее время изучены недостаточно.

К числу наименее изученных, но, несомненно, заслуживающих исследования, относятся особенности влияния на характеристики этих связей фактора смены времен года.

Целью данной работы является изучение особенностей сезонной изменчивости статистических связей между изменениями состояния солнечной активности, а также динамикой средних температур приземного слоя атмосферы над Северным и Южным полушариями Земли, и изменчивостью значений индекса САК.

2. Методика и фактический материал.

Наиболее универсальным методом исследования статистических связей между природными процессами является корреляционный анализ [13]. Он позволяет с требуемой достоверностью установить факт наличия (либо отсутствия) связи между процессами, заданными временными рядами своих наблюдений, свойства которых могут быть неизвестны. В тоже время этому методу свойственны существенные недостатки. Одним из наиболее значительных является то, что этот метод не позволяет отличить связи причинные, определяемые физической природой изучаемых процессов, от связей ложных, проявляющихся лишь на анализируемом ряде наблюдений и пропадающих при обновлении его членов. Поэтому корреляционный анализ, как правило, применяют на начальных стадиях исследования.

При изученности рассматриваемых процессов, позволяющей предложить их математические модели, более эффективными и информативными являются иные методы анализа. Если свойства этих процессов позволяют рассматривать их как суммы нескольких квазигармонических составляющих, более эффективным методом исследования статистических связей между ними является спектральный анализ. Процессы, обладающие подобными свойствами относят к полигармоническим [1].

Одной из наиболее распространенных математических моделей полигармонических процессов является представление их [12] в виде суммы комплексных функций:

$$X(t) = \sum x_i \cdot \exp \{j\eta(t)\},$$

**ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДИНАМИКИ
СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ
НАД СЕВЕРНЫМ, ЮЖНЫМ ПОЛУШАРИЯМИ ЗЕМЛИ И ИНДЕКСА СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЯ
С ВАРИАЦИЯМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ПЕРИОД С 1906 ПО 2005 Г.**

где $\chi_i(t)$ и $\eta_i(t)$ – действительные функции, причем, $\chi_i(t)$, на интервале наблюдения изменяется медленно, а $\eta_i(t)$ таково, что спектры различных компонентов этих процессов пересекаются. В их сумме на соответствующих частотах присутствуют максимумы.

Пусть $S(t) = s(t) \exp\{jf(t)\}$ и $G(t) = g(t) \exp\{j\varphi(t)\}$ – аналитические функции, описывающие динамику пары рассматриваемых процессов. Здесь $s(t)$ и $g(t)$, а также $f(t)$ и $\varphi(t)$ – функции действительного переменного, описывающие изменения во времени соответственно модулей и фаз рассматриваемых процессов.

Если изменения характеристик процессов, описываемых функциями $S(t)$ и $G(t)$ на некотором фрагменте их временных рядов незначительны, то связь между ними во временной области может быть описана их взаимно корреляционной функцией $R(t, \tau)$, а в частотной области – взаимным спектром $FR(t, w)$. При этом:

$$R(t, \tau) = \frac{E\{S(t)G(\tau - t)\}}{DS \cdot DG} = E\left\{\frac{s(t)g(\tau - t)}{DS \cdot DG} \exp[jf(t) + j\varphi(t)]\right\},$$

где DS и DG – среднеквадратические значения процессов $S(t)$ и $G(t)$ на рассматриваемом временном интервале.

$FR(t, w)$ является преобразованием Фурье от $R(t, \tau)$. В общем случае как $FR(t, w)$, так и $R(t, \tau)$ являются функциями комплексными. Очевидно, что обе характеристики несут одинаковое количество информации об особенностях связи между процессами и являются прямыми аналогами. Вместе с тем в некоторых задачах применение той или иной характеристики более предпочтительно, поскольку обеспечивает более наглядное отображение интересующей информации.

Подобная ситуация является типичной в случае, если процессы $S(t)$ и $G(t)$ можно рассматривать как полигармонические, а анализируемые ряды их наблюдений достаточно продолжительны для эффективного разрешения их спектральных составляющих. При этом может быть рассчитан взаимный спектр процессов - характеристика показывающая, какая доля мощности одного процесса, приходящаяся на тот или иной диапазон частот, обусловлена влиянием составляющих спектра другого процесса в том же диапазоне.

Наиболее наглядно указанная информация отображается функцией, представляющей собой квадрат модуля $FR(t, w)$ и называемой взаимным энергетическим спектром (ВЭС).

Как видно из (2.2) ВЭС ($W(w)$) может быть выражен как:

$$W(w) = F\{R(t, \tau)\} \cdot F\{R(t, \tau)\}^* = \left(E\left\{\frac{s(t) \cdot g(t - \tau)}{DS \cdot DG}\right\}\right)^2$$

Нетрудно заметить, что ВЭС процессов $S(t)$ и $G(t)$ может быть определен, как произведение их энергетических спектров (ЭС), нормированное к их средним мощностям.

Учитывая изложенное, исследование влияния фактора смены времен года на закономерности статистической связи между рассматриваемыми процессами - вариациями солнечной активности, а также изменениями среднегодовых и среднемесячных значений средних температур приземного слоя атмосферы над Северным, Южным полушариями планеты и значений индекса САК, осуществлялось как методом корреляционного анализа, так и путем вычисления их ВЭС.

При корреляционном анализе решение о наличии, либо отсутствии связи между сопоставляемыми процессами принималось с достоверностью 99 % (для чего применялся критерий Стьюдента [13]). При этом рассматривались фрагменты временных рядов изучаемых процессов продолжительностью 100 лет (с 1906 по 2005 г.).

Одной из наиболее распространенных количественных характеристик состояния солнечной активности является относительное число Вольфа[4]. Инструментальные измерения значений числа Вольфа ведутся непрерывно, начиная с 1749 года. В результате имеющийся временной ряд значений этого индекса имеет длину, достаточную для исследования его особенностей с помощью спектрального анализа.

Наблюдения за изменениями значений относительного числа Вольфа ведутся на многих астрономических обсерваториях планеты, а их результаты представлены в Интернете. Их примером является база данных об изменениях среднемесячных значений этого числа за период с января 1749 г по сентябрь 2006 г, представленная на сайте Пулковской государственной астрономической обсерватории (Российская Федерация)- nag.gao.spb.ru.

Пример изменения за рассматриваемый период среднемесячных значений числа Вольфа приведен на рис. 1.

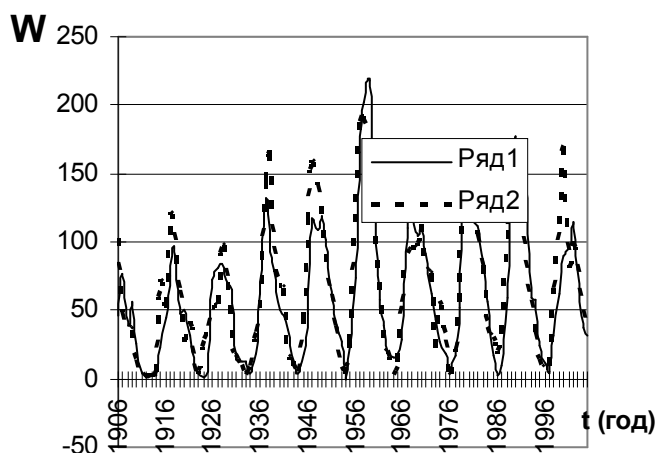


Рис. 1. Изменения среднемесячных значений числа Вольфа за январь (ряд 1) и июль (ряд 2) в период с 1906 по 2005 г.

Как видно из рис.1, максимальные и средние значения числа Вольфа по каждому циклу солнечной активности за рассматриваемый период возрастали. Продолжительности циклов, относящихся к началу этого периода, составляли 11 лет. В его конце их величина уменьшилась до 10 лет. В среднем за период продолжительность циклов составила 10.31 года.

Информация о временной изменчивости аномалий среднемесячных значений средних температур воздуха в приземном слое атмосферы над Северным и Южным полушариями планеты и среднемесячных значений индекса САК за период с января 1856 г по октябрь 2006 года представлена в Интернете (сайты [kenjisan.udel.edu.](http://kenjisan.udel.edu), dss.ucar.edu, www.cmdl.noaa.gov).

Примеры изменений среднемесячных значений этих процессов в период наблюдения приведены на рис. 2 а, б, в.

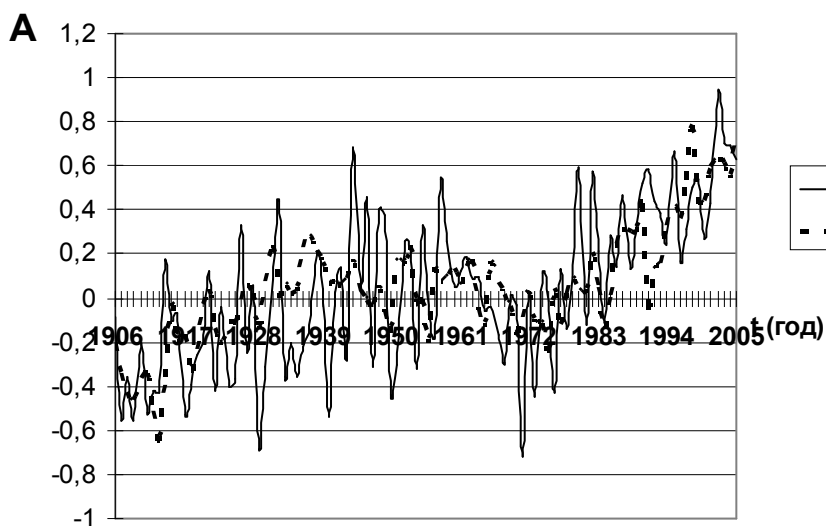


Рис.2. а. Изменения в период с 1906 по 2005 г. среднемесячных значений аномалий средних температур приземного слоя атмосферы над Северным полушарием в январе (ряд 1) и июле (ряд 2).

Как видно из рис. 2.а, на протяжении периода наблюдения среднемесячные значения аномалий средних температур приземного слоя над Северным полушарием возрастали, что соответствует современным представлениям о происходящих в этот период изменениях глобального климата [1]. При этом очевидно, что рассматриваемые процессы представляют собой суммы нескольких гармонических колебаний с периодами от единиц до ориентировочно 80 лет.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДИНАМИКИ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ НАД СЕВЕРНЫМ, ЮЖНЫМ ПОЛУШАРИЯМИ ЗЕМЛИ И ИНДЕКСА СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЯ С ВАРИАЦИЯМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ПЕРИОД С 1906 ПО 2005 Г.

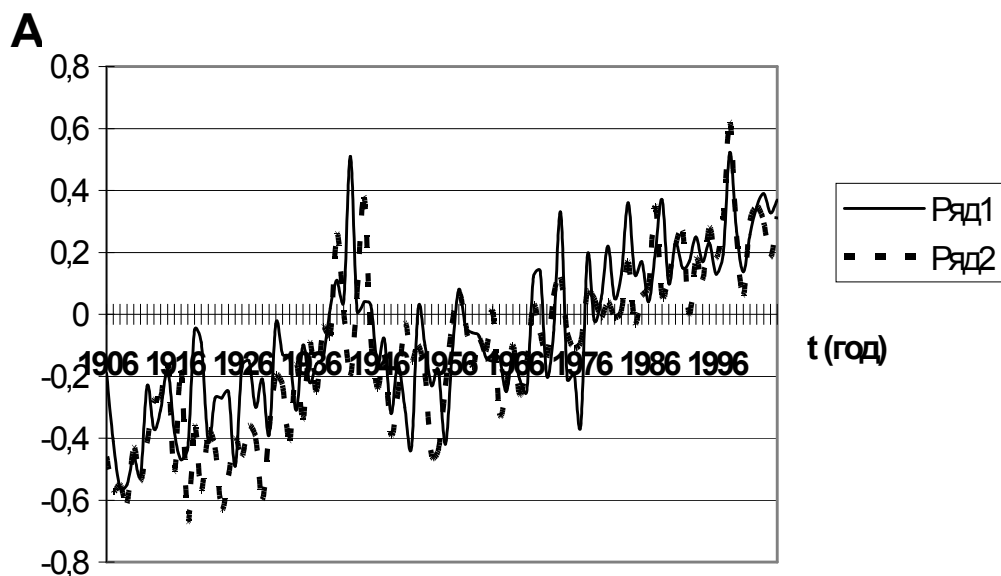


Рис.2. б. Изменения в период с 1906 по 2005 г. среднемесячных значений аномалий средних температур приземного слоя атмосферы над Северным полушарием в январе (ряд 1) и июле (ряд 2).

Как видим из рис. 2 б., и в Южном полушарии среднемесячные значения аномалий средних температур приземного слоя атмосферы над Южным полушарием на протяжении рассматриваемого периода возрастали, а характер их динамики свидетельствует о пригодности для их описания модели полигармонического процесса.

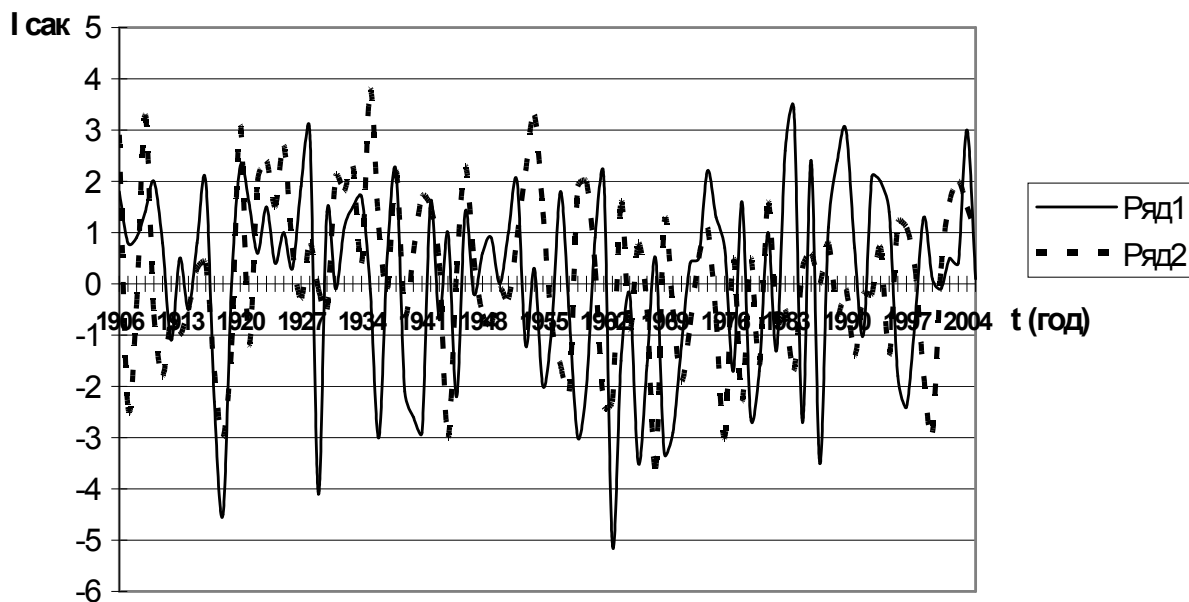


Рис.2. в. Изменения в период с 1906 по 2005 г. среднемесячных значений индекса Североатлантического колебания в январе (ряд 1) и июле (ряд 2).

Как видим из рис. 2 в., изменения значения индекса САК в рассматриваемый период также представляли собой сложное колебание, допускающее описание моделью полигармонического процесса.

Результаты исследований и их анализ

Основываясь на фрагментах указанных временных рядах среднемесячных значений числа Вольфа, а также среднемесячных температур приземного слоя над полушариями и средних значений индекса САК для каждого месяца, с 1906 по 2005 г., с помощью рассмотренной выше методики были вычислены соответствующие их взаимно корреляционные функции и ВЭС.

Примеры взаимно корреляционных функций рассматриваемых фрагментов временных рядов среднемесячных значений аномалий средних температур приземного слоя атмосферы над Северным и Южным полушариями с соответствующими временными рядами числа Вольфа приведены на рис. 3.а и 3.б.

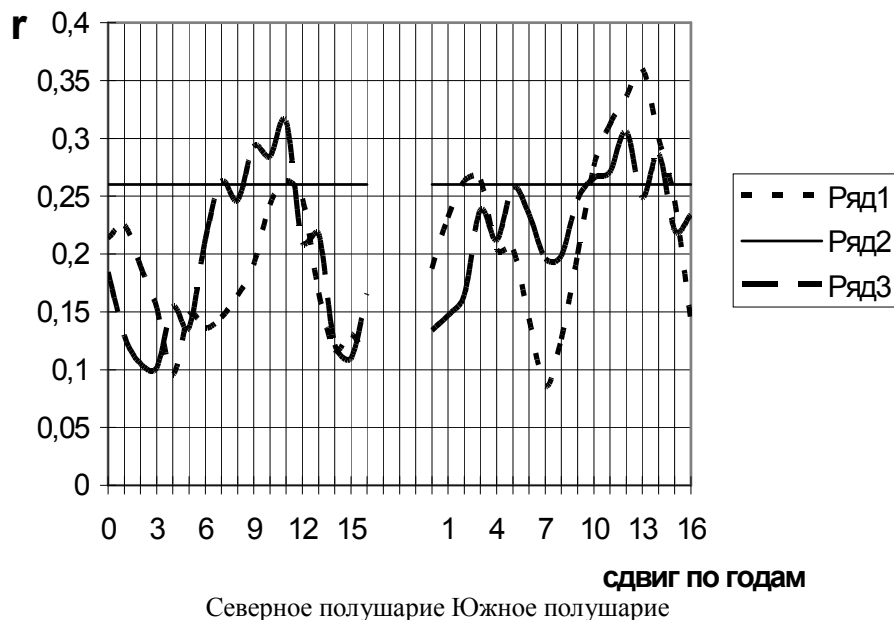


Рис.3 а. Примеры взаимно корреляционных функций временных рядов числа Вольфа, а также фрагментов за период с 1906 по 2005 г. временных рядов среднемесячных значений аномалий средних температур приземного слоя атмосферы над Северным и Южным полушариями за январь (ряд 1), февраль (ряд 3) и 99% порог достоверной корреляции (ряд 2).

Как видим из рис.3.а, максимальные значения представленных на них корреляционных функций превосходят 99% порог при сдвигах 11 лет – в Северном полушарии и 12, 13 лет – в Южном полушарии. Это позволяет утверждать, что между рассматриваемыми процессами при указанных сдвигах существует достоверная статистическая связь.



Ряд 3.б Примеры взаимно корреляционных функций временных рядов числа Вольфа, а также фрагментов за период с 1906 по 2005 г. временных рядов среднемесячных значений аномалий средних температур приземного слоя атмосферы над Северным и Южным полушариями за июль (ряд 1), август (ряд 3) и 99% порог достоверной корреляции (ряд 2).

Как следует из рис.3 б, в Северном полушарии значимой корреляции рассматриваемых процессов в июле и августе не выявлено, а в Южном полушарии 99% порог превышает лишь в августе при сдвиге между рядами 12 лет.

Значения сдвигов между временными рядами рассматриваемых процессов в различные месяцы, при которых имеет место их значимая корреляция с соответствующими рядами чисел Вольфа, приведены в табл. 1.

**ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДИНАМИКИ
СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ
НАД СЕВЕРНЫМ, ЮЖНЫМ ПОЛУШАРИЯМИ ЗЕМЛИ И ИНДЕКСА СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЯ
С ВАРИАЦИЯМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ПЕРИОД С 1906 ПО 2005 Г.**

Таблица 1.

Месяц	Вольф - СП	Вольф - ЮЛ
Январь	11	12
Февраль	11	12
Март	14	11
Апрель	13	12
Май	12	12
Июнь	12	11
Июль	14	0
Август	13	0
сентябрь	13	0
октябрь	0	0
ноябрь	15	0
декабрь	13	15

Как видим из табл.1, наиболее существенная статистическая связь между изменениями температур приземного слоя атмосферы над поверхностью каждого полушария имеет место в зимние месяцы

Из сопоставления рис. 3 а, 3 б, очевидно, что все представленные на них корреляционные функции обладают положительными средними значениями, сопоставимыми, а в ряде случаев и превышающими амплитуды присущих им колебаний. Причина этого явления, а также наличия сравнительно высокой корреляции между рассматриваемыми процессами в прочие месяцы (см. табл.1) состоит в том, что как средние за 22-х летний цикл солнечной активности среднемесячные значения числа Вольфа (рис 1), так и осредненные на том же интервале среднемесячные значения аномалий средних температур приземного слоя атмосферы (рис.2 а. и рис 2б.) в период с 1906 по 2005 г. возростали. Вопрос о существовании значимых статистических связей между составляющими спектров рассматриваемых процессов, обладающими периодами единицы - десятки лет при этом остается открытым. Для ответа на него, в соответствии с рассмотренной выше методикой был проведен анализ их ВЭС.

Пример ВЭС рассматриваемых фрагментов временных рядов среднемесячных значений числа Вольфа за декабрь, со среднемесячными значениями за тот же месяц средних температур приземного слоя Северного и Южного полушарий планеты и средними значениями индекса САК представлен на рис.4.

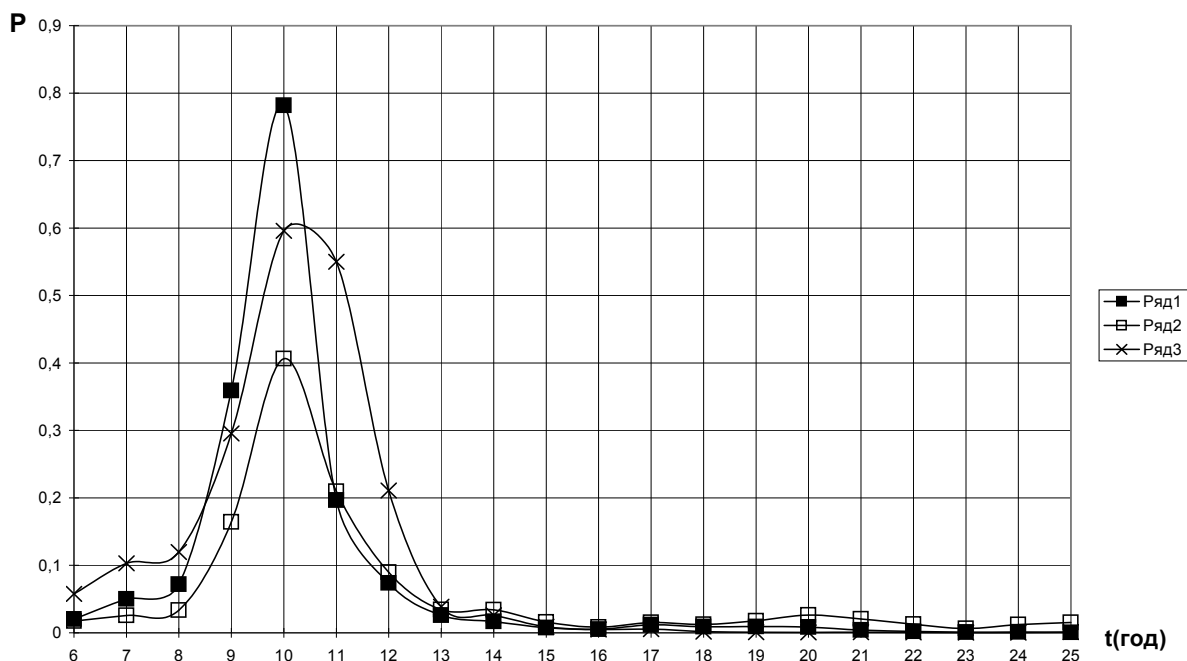


Рис.4. ВЭС фрагментов с 1906 по 2005 г. временных рядов среднемесячных значений чисел Вольфа и среднемесячных температур приземного слоя атмосферы над Северным полушарием (ряд 1), над Южным полушарием (ряд 2), а также значений индекса САК (ряд 3) в декабре.

Из этого примера следует, что связь между изменениями составляющих ЭС рассматриваемого фрагмента ряда среднемесячных значений числа Вольфа и среднемесячных температур приземного слоя атмосферы над Северным, Южным полушарием, а также значений индекса САК в декабре наиболее сильна для

гармоник с периодом 10 лет. Амплитуды максимумов ВЭС, приходящиеся на гармоники с периодом 20-22 года уступают им более чем на порядок.

Аналогичная закономерность имеет место и для других месяцев. При этом установлено, что амплитуда 10 – летних гармоник, соответствующих максимумам ВЭС рассматриваемых процессов существенно зависит от времени года. Характер этой зависимости иллюстрируется табл. 2, где приведены значения амплитуд гармоник их ВЭС с периодами 10 лет для каждого месяца.

Таблица 2. Значения амплитуды гармоник с периодом 10 лет ВЭС временных рядов среднемесячных значений числа Вольфа, а также среднемесячных значений температур приземного слоя атмосферы над Северным (Вольф- СП), Южным полушариями планеты (Вольф – ЮП) и индекса САК для различных месяцев.

Месяц	Вольф -СП	Вольф- ЮЛ	Вольф- САК
январь	0,176052	0,514501	0,271824
февраль	0,61279	0,386938	0,939164
Март	0,248546	0,734602	0,168513
апрель	0,330728	0,306407	0,423974
Май	0,497657	0,449381	0,168513
Июнь	0,512436	0,329065	0,118451
Июль	0,405175	0,329065	0,40945
Август	0,385771	0,405398	0,962367
сентябрь	0,338077	0,248624	0,551344
октябрь	0,380267	0,19493	0,146108
ноябрь	0,641981	0,376579	0,450985
декабрь	0,781719	0,406207	0,595789

Из Таблицы 2 видно, что значения максимумов ВЭС рассматриваемых процессов на интервале с 1906 по 2005 г. существенно зависят от времени года.

Связь между изменениями гармоник с периодом 10 лет временных рядов среднемесячных значений числа Вольфа и средних температур приземного слоя атмосферы над Северным полушарием наиболее сильна в декабре, ноябре и феврале. Слабей всего эта связь в январе и марте.

Между вариациями 10 – летних гармоник временных рядов среднемесячных значений числа Вольфа и средних температур приземного слоя атмосферы над Южным полушарием связь наиболее сильна в январе и марте. При этом она слабей всего в октябре и сентябре.

Изменения гармоник с периодом 10 лет временных рядов значений индекса САК, а также среднемесячных значений числа Вольфа связаны между собой наиболее сильно в августе и феврале. Слабей всего эта связь в июне, мае, октябре и марте.

Нетрудно заметить, что наиболее сильная связь между изменениями состояния солнечной активности и динамикой среднемесячных температур в Южном полушарии приходится на январь и март - месяцы, в которые эта связь наиболее слаба в Северном полушарии. Месяц, для которого эта связь в Южном полушарии наиболее слаба (октябрь) близок к месяцам абсолютного максимума силы связи между рассматриваемыми процессами в Северном полушарии. Как видим, сила связи между рассматриваемыми процессами в Северном и Южном полушарии изменяется практически противофазно.

Выявленная статистическая закономерность позволяет предполагать, что смена времен года в обоих полушариях является значимым фактором причинной связи между изменениями среднемесячных температур над их поверхностью и солнечной активностью, и ее целесообразно учитывать при моделировании.

Особенности сезонной изменчивости силы связи изменений солнечной активности и динамикой среднемесячных значений индекса САК близки к соответствующим особенностям ее связи с динамикой среднемесячных температур в приземном слое атмосферы над Северным полушарием, но не тождественны им. Причины существования выявленных особенностей требуют дальнейшего изучения.

Выводы

1. Значимая положительная корреляция между охватываемыми период с 1906 по 2005 г. фрагментами временных рядов аномалий средних температур приземного слоя атмосферы, а также соответствующих фрагментов временных рядов среднемесячных значений чисел Вольфа выявлена для зимних и весенних месяцев (с декабря по июнь включительно)- для Северного полушария и во все месяцы года, кроме августа, – для Южного полушария.

2. Значимой корреляции между теми же фрагментами временных рядов среднемесячных значений чисел Вольфа и индекса САК (при уровне достоверности статистического вывода 99%) не выявлено. Наиболее сильная отрицательная корреляция между ними, с достоверностью не менее 80% выявлена в январе, апреле и июле.

3. В любые месяцы значения ВЭС рассматриваемых фрагментов временных рядов среднемесячных значений чисел Вольфа, а также среднемесячных значений средних температур приземного слоя атмосферы над Северным, Южным полушариями и среднемесячных значений индекса САК достигают максимума для их составляющих с периодами 10 лет.

2. Сезонные изменения силы статистической связи между изменениями этих составляющих спектра рассматриваемых фрагментов временных рядов чисел Вольфа, среднемесячных температур приземного слоя атмосферы над Северным и Южным полушарием практически противофазны. В январе и марте эта

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДИНАМИКИ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ НАД СЕВЕРНЫМ, ЮЖНЫМ ПОЛУШАРИЯМИ ЗЕМЛИ И ИНДЕКСА СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЯ С ВАРИАЦИЯМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ПЕРИОД С 1906 ПО 2005 Г.

связь для Южного полушария максимальна, а для Северного полушария – минимальна. Для Северного полушария она наиболее сильна в декабре, ноябре и феврале, а в Южном полушарии наиболее слаба в октябре и сентябре.

3. Сила статистической связи динамики составляющих с периодом 10 лет спектра тех же фрагментов временных рядов индекса САК, а также среднемесячных значений числа Вольфа максимальна в августе и феврале. Слабей всего эта связь в июне, мае, октябре и марте.

Источники и литература

1. Хотон Дж. Глобальный климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 502 с.
2. Изменения климата /Под ред. Гриббина. – Л.: Гидрометеиздат», 1980. – 280 с.
3. Зверев А.А. Синоптическая метеорология. – Л.: «Гидрометеиздат», 1968. – 774с.
4. Иванов Е. В. Физика солнечной активности. – М. «Наука» 1983. – 160 с.
5. Иванов А. Введение в океанографию. Пер с французского Е. А. Плахина и Е. М. Шифриной. Под ред. Ю.Е. Очаковского и К.С.Шифрина. – М.: «Мир», 1978. – 574 с.
6. Folland C.K., Rayner N.A. and alther . Global temperature change and its uncertainties since 1861. Geophysical Research Letters, 2001, 28, 2620-2624pp.
7. Пирри А., Уокер Дж. Система океан-атмосфера. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. –196с.
8. Клімат України./ Під ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – Київ.: Видавництво Раєвського., 2003. – 343с.
9. Кондратьев К.Я. Глобальные изменения климата: факты, предположения и перспективы разработок // Известия РАН. Сер. ФАО. – 2002. – Т. 15. – №10. – С. 1-16.
10. Physics of the Sun. Ed. P.A. Sturrock, T.E. Holzer, D.M. Mihalas, R.K. Ulrich. Vol . II. The solar atmosphere. D. Reideel Publishing Company Dordrecht/ Boston/Lancaster/Tokyo, 1986, 386 p.
11. Grenander U., Rosenblatt M. Statistical Analysis of Stationary Time Series, Wiley, New-York. 1957. 720p.
12. Миддлтон Д. Очерки по теории связи. – М., «Сов. радио», 1966. – 540 с.
13. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. /Пер. с английского Э.Л. Пресмана, В.И. Ротаря, под редакцией А.Н. Колмогорова, Ю.В. Прохорова. – М.: «Наука» Главная редакция физико- математической литературы, 1976. – 736 с.

Гаркуша Л.Я.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КРЫМСКОГО ПРЕДГОРЬЯ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Структура растительного покрова любой территории связана либо с разнообразием экологических условий, либо отражает его реакцию на внешние воздействия. В первом случае биоиндикация напрямую связана с анализом разнообразия экологических условий с использованием физико-географических карт. Во втором – с изучением разнообразия сообществ в однородных экологических условиях, как результат антропогенного воздействия.

В исследуемом районе разнообразия сообществ можно представить как динамическую систему с устойчиво-производными (условно-коренными) сообществами, которые по видовому составу, структуре, набору жизненных форм и другим параметрам соответствуют условиям местообитания и их различными модификациями, связанными с антропогенными нагрузками. При этом, интенсивность и продолжительность по времени нагрузок, определяют отклонение сообществ – модификаций от показателей устойчиво-производных и все в меньшей степени отвечают условиям местообитания.

Растительный покров района представляет собой мозаичное чередование участков дубового леса, шибляков и предгорных степей и является результатом как длительного хозяйственного использования, так и воздействия природных факторов.

Рубки леса в прошлом, выпас скота, пожары, сельскохозяйственное и рекреационное использование территории, а в последнее время повсеместное выделение дачных участков, привело к резкому нарушению структуры растительного покрова региона.

В качестве примера рассмотрим некоторые аспекты структуры растительного покрова региона.

Распределение растительных сообществ носит весьма неравномерный характер. Лесные сообщества представлены участками дубовых лесов на краю Внутренней куэсты и на южном ее склоне, а также лесами более сложного состава с участием ясеня, клена, рябины береки, плодовых пород в верховьях крупных балок на структурном склоне.

На Внешней гряде леса представлены небольшими массивами, получившими названия «дубки». Они характеризуются куртинным характером древостоя, почти полным отсутствием возобновления и присутствием в травостое нелесных видов.