

12. Нестеров А.Н. Горизонтальные неоднородности литосферы Юго-Восточной Европы по данным азимутальных аномалий поверхностных волн Лява. – Геофиз. журн., 1988. – 10, №6. – С.23-36.
13. Баранова Е.П., Егорова Т.П., Омельченко В.Д. Переинтерпретация сейсмических материалов ГСЗ и гравитационное моделирование по профилям 25, 28 и 29 в Черном и Азовском морях. – Геофиз. журн., 2008. – 30, №5. – С.124-144.
14. Гобаренко В.С. Результаты изучения данных о параметрах землетрясений Черноморского региона. – Сейсмологический бюллетень Украины за 2006 год. Севастополь:НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика».–2008–С.98-103.
15. Гобаренко В.С., Николова С.Б., Яновская Т.Б. Строение верхней мантии Юго-Восточной Европы, Малой Азии и Восточного Средиземноморья по данным о невязках времен пробега Р-волн. – Изв. АН СССР. Физика Земли, 1986. – № 8. – С.15–23.
16. Павленкова Н.И. Структура земной коры и верхней мантии по сейсмическим данным. – В: Павленкова Н.И. (ред.). Строение и динамика литосферы Восточной Европы. Результаты исследований по программе EUROPROBE. Москва, 2006, ГЕОКАРТ, ГЕОС, С. 559-599.
17. Резанов И.А., Файтельсон А.Ш., Краснопевцева Г.В. Природа границы Мохоровичича. – Москва: Недра, 1984. – 219 с.

Холопец А.В., Никифорова М.П.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСО НАД РЕГИОНАМИ УМЕРЕННЫХ И ТРОПИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЯСОВ ЗЕМЛИ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Введение

Межгодовые изменения ОСО являются одним из существенных факторов динамики потоков биологически активной ультрафиолетовой радиации. Поэтому выявление закономерностей этого процесса, проявляющихся над различными регионами планеты, является одной из актуальных проблем физической географии и геофизики ландшафтов.

Согласно современным представлениям о факторах межгодовой изменчивости ОСО [1] в различных сегментах озонового слоя, к числу наиболее существенных относятся изменения поступающих в них потоков ультрафиолетовой радиации Солнца, а также веществ, участвующих в разрушении озона. В то время как первые определяются географическим положением рассматриваемого сегмента, а также состоянием солнечной активности [1], вторые существенно зависят от характеристик участка подстилающей поверхности, где они образуются, а также области тропосферы, в которой осуществляется их перенос [2].

Непосредственный мониторинг подобных характеристик достаточно проблематичен. Учитывая это, актуальной задачей в области совершенствования методов моделирования и прогнозирования динамики ОСО над различными регионами планеты является выявление сравнительно просто наблюдаемых факторов, с которыми их изменения являются статистически связанными. Одним из таких факторов являются изменения состояния солнечной активности. Ныне регулярные наблюдения за ее изменениями ведутся на многих астрономических обсерваториях Мира, а их результаты представлены в Интернете.

Установлено, что этот фактор значимо статистически связан с динамикой среднемесячных ОСО над многими регионами Северного умеренного климатического пояса Земли [3], в том числе, на различными регионами равнинной Украины [4, 5] лишь в весенние месяцы. Причиной этого является влияние солнечной активности на приходную часть баланса озона, достигающую в апреле-мае максимальных значений.

Установлено также существование статистической связи с динамикой солнечной активности и расходной части его баланса. При этом условия, при которых она является значимой, выявлены не были. Не рассматривались ранее также закономерности статистических связей между изменениями состояния солнечной активности и межгодовыми изменениями среднемесячных значений ОСО в различные месяцы для различных регионов других климатических поясов планеты.

Одним из типичных для Северного умеренного климатического пояса и наиболее густо населенных его регионов является Западная и Центральная Европа. Здесь мониторинг ОСО осуществляется на многих озонометрических станциях. Тем не менее, закономерности статистических связей результатов такого мониторинга с вариациями солнечной активности изучены недостаточно.

Характерным для Северного тропического климатического пояса является такой наименее населенный его регион, как территории Северной Африки, расположенные к северу от параллели 30°N. Мониторинг ОСО над этим регионом, равно как и над Европой осуществляется с помощью ИСЗ. Вместе с тем, особенности влияния солнечной активности на закономерности сезонных и межгодовых изменений ОСО над данным регионом ранее не исследовались.

Учитывая особенности этих регионов, закономерности влияния солнечной активности на межгодовые изменения ОСО над ними могут рассматриваться как типичные для многих других регионов Северного умеренного и Северного тропического климатических поясов. Поэтому в качестве объекта исследования в данной работе избран сегмент озонового слоя, расположенный над Западной и Центральной Европой, а также Северной Африкой, между меридианами 9°W и 21°E, ограниченный параллелями 30°N и 55°N.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСО НАД РЕГИОНАМИ УМЕРЕННЫХ И ТРОПИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ПОЯСОВ ЗЕМЛИ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

Предметом исследования являются закономерности сезонной и пространственной изменчивости статистических связей межгодовых изменений среднемесячных ОСО над различными их районами с изменениями состояния солнечной активности.

Целью исследования является выявление различий закономерности сезонной и пространственной изменчивости статистических связей межгодовых изменений среднемесячных ОСО с изменениями состояния солнечной активности над рассматриваемыми регионами умеренного, субтропического и тропического климатических поясов Северного полушария.

Методика и фактический материал

Для достижения поставленной цели анализировались среднемесячные значения ОСО над исследуемым регионом, а также среднемесячные значения чисел Вольфа в период с 1979 по 2006 г.

Наблюдения за солнечной активностью ведутся уже в течение нескольких веков. Отражением таких наблюдений в численном выражении являются ряды чисел Вольфа, отражающих солнечную активность за какой-либо период. Такие ряды широко представлены в интернете и свободны для доступа. При этом значения чисел Вольфа можно получить в виде ежедневных, среднемесячных и среднегодовых распределений.

Одним из сайтов, где такие данные представлены начиная с 1795 г. по сегодняшний день, является сайт Центра анализа данных о солнечных взаимодействиях <http://sidc.oma.be/sunspot-data/>.

Данные по динамике ОСО над территориями Европы и Северной Африки (9°W; 55°N – 21°E; 30°N) также были получены из интернета. На сайте Всемирного центра данных по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC – <http://woudc.org>) представлены карты по распределению ОСО (в единицах Добсона) над всей территорией планеты. Такие карты получены при помощи инструмента TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer), основанного на информации, получаемой от четырех ИСЗ: Nimbus 7, Meteor 3, ADEOS, Earth Probe. Карты динамики ОСО представлены за период с 1979 по 2006 гг. и имеют разрешение в 25 единиц Добсона, что учитывалось при расчетах погрешностей проведенного исследования.

Эти карты затем оцифровывались по сетке 1x1 градус, при помощи разработанной авторами программы. Таким образом, были получены массивы данных со среднесуточными значениями ОСО размером 180x360 в период с 1979 по 2006 гг.

Для достижения поставленной цели из этих данных затем был выбран только участок значений ОСО, отвечающих заданной территории (9°W; 55°N – 21°E; 30°N). Для этих данных было проведено помесячное осреднение в период 1979-2006 гг. Таким образом, в пределах исследуемой территории с разрешением 1x1 градус были получены среднемесячные значения ОСО для указанного периода.

На рисунке 1 представлены графики, отображающие сезонные изменения ОСО над умеренным, субтропическим и тропическим поясами рассматриваемого региона. Данные для графика были взяты из произвольных точек климатических поясов, находящихся на нулевом меридиане.

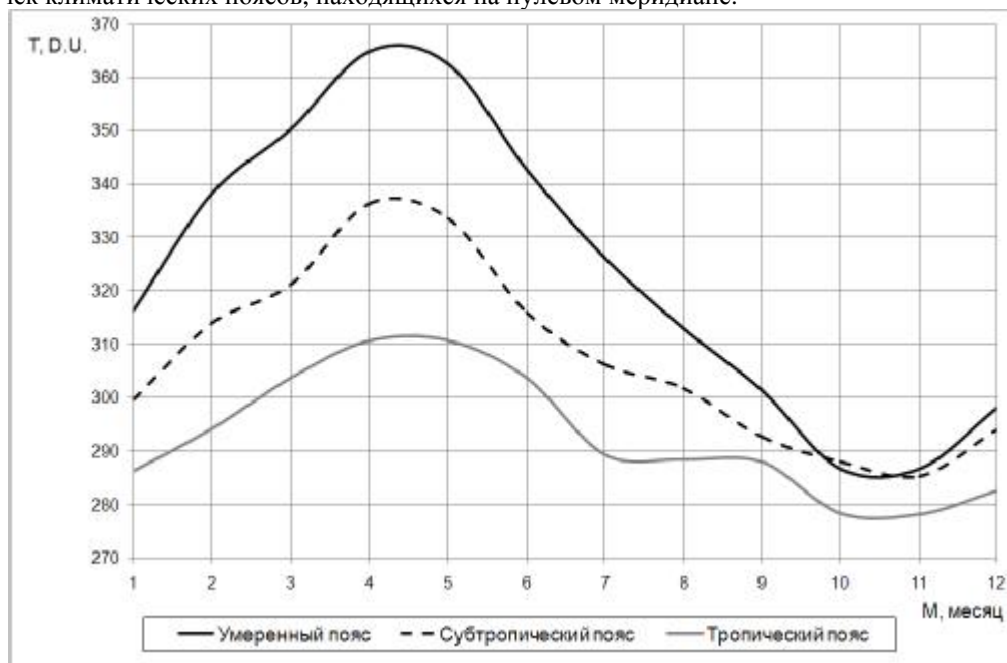


Рис. 1. Сезонные изменения значений ОСО над рассматриваемым регионом, осредненные за период с 1979 г. по 2006 г.

Для таких данных и среднемесячных значений чисел Вольфа для того же периода были рассчитаны коэффициенты корреляции по известной методике. По полученным значениям строились карты, отображающие динамику коэффициента корреляции над рассматриваемой территорией в период с 1979 по 2006 г. Для данной работы порог 95% достоверности корреляции составил 0,4, а порог 98% – 0,5. Также были рассчитаны погрешности проводимого исследования.

Так как значения ОСО для Европы и Африки были взяты согласно данным, полученным со спутника, а расчеты по Америке были сделаны по данным, получаемым с наземных станций, то встал вопрос о вычислении погрешностей, связанных с низкой разрешающей способностью спутниковых данных. Как уже отмечалось выше, представленные на сайте TOMS карты пространственного распределения ОСО имеют разрешение в 25 единиц Добсона.

Таким образом, спутник не чувствителен к колебаниям ОСО в пределах 25 единиц Добсона. В следствие этого возникает погрешность проводимых в данной работе расчетов, связанных с малой разрешительной способностью спутника.

Для выявления и расчета такой погрешности был проведен анализ данных по общему содержанию озона для г. Прованс в период с 1984 г. по 2004 г., полученных с одной стороны с наземной станции, расположенной в этом городе, а с другой полученных со спутника и оцифрованных по указанной выше методике.

Так, на рисунке 2 представлены графики динамики среднемесячных значений ОСО за январь в период с 1984 г. по 2004 г. для г. Прованс, Франция (N43°55'; E5°42'). Как видно из рисунка 2 в целом межгодовая динамика ОСО, как в случае наземных, так и в случае спутниковых данных, аналогичны друг друга. Тем не менее имеется разбежность в амплитуде таких колебаний, которая как раз лежит в пределах разрешительной способности спутника, равной 25 единиц Добсона. Самая большая разница наблюдается для 1999 года, которая равна 30 D.U. Такая особенность характерна и для других месяцев.

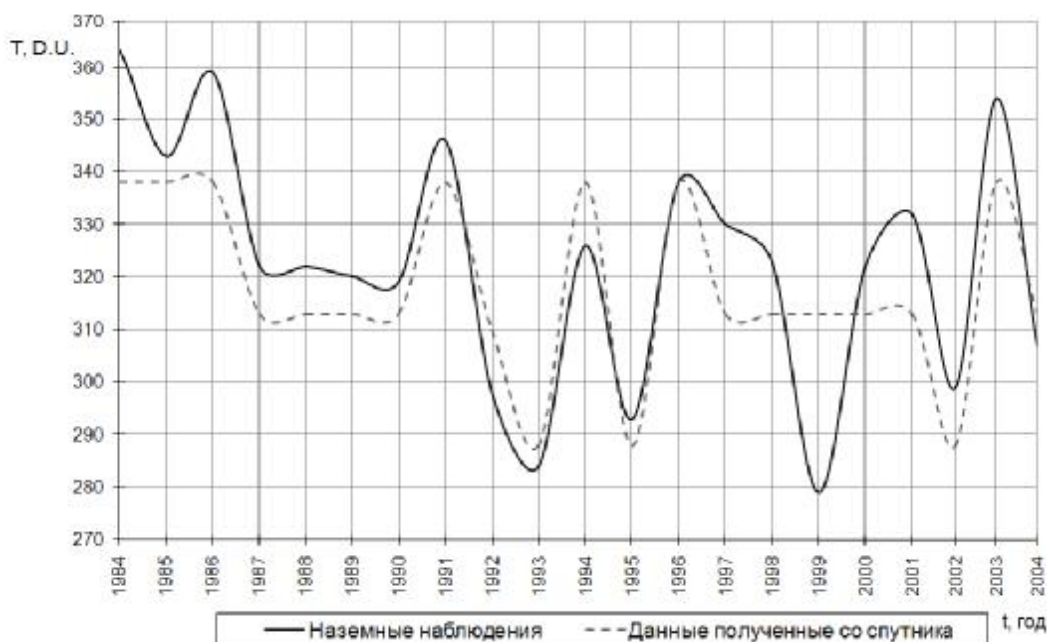


Рис. 2. Значения ОСО для г. Прованс (Франция), полученные с наземной станции и со спутника в январе месяце за период с 1984 г. по 2004 г.

Наличие такой «сглаженности» спутниковых данных по сравнению с наземными было учтено при расчете погрешностей проведенного исследования.

На рисунке 3 представлены результаты вычисления погрешностей, в виде среднеквадратичного отклонения (СКО) и средних значений абсолютной погрешности (среднее).

Как видно из рисунка 3, СКО не превышает разрешительной способности спутника, равной 25 D.U. Значения «Среднего» указывает на то значение ОСО, которое необходимо отнять либо прибавить к используемым значениям для получения точных результатов.

Результаты исследований и их анализ

В результате примененной методики и обработки исходных данных по ОСО над территорией Европы, а также чисел Вольфа были рассчитаны распределения коэффициента корреляции между двумя этими параметрами над территорией Европы в период с 1979 по 2006 гг.

Анализ полученных результатов показал, что над территорией Европы участки с сильной и наиболее сильной связью между среднемесячными значениями ОСО и числами Вольфа имеются в период с февраль по октябрь включительно.

При этом максимальная корреляция (как по площади, так и по значению самого коэффициента корреляции) наблюдается в апреле, августе и сентябре.

В качестве примера подобного максимального распределения приведены карты, отображающие распределение коэффициента корреляции над территорией Европы в апреле и сентябре (напомним, что для данной работы сильной считается связь, для которой коэффициент корреляции равен или превышает 0,4, а наиболее сильной – 0,5).

Как видно из рисунка 4, в апреле сильная связь между рассматриваемыми параметрами наблюдается практически для всей Западной и Восточной Европы, охватывая частично также и территорию Северо-Западной Африки, где коэффициент корреляции максимален и достигает значений больше 0,6. Таким обра-

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСО НАД РЕГИОНАМИ УМЕРЕННЫХ И ТРОПИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ПОЯСОВ ЗЕМЛИ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

зом, в апреле значимая статистическая связь наблюдается в основном для умеренного климатического пояса, затрагивая субтропический и тропический пояса лишь частично.

Как можно видеть из представленной на рисунке 5 карты область с максимальными значениями коэффициента корреляции расположена над Сахарой и частично над Средиземным морем и Атлантическим океаном. Коэффициент корреляции при этом достигает своего максимального значения за год, что свидетельствует о крайне сильной положительной связи между числами Вольфа и ОСО над данным участком территории в сентябре.

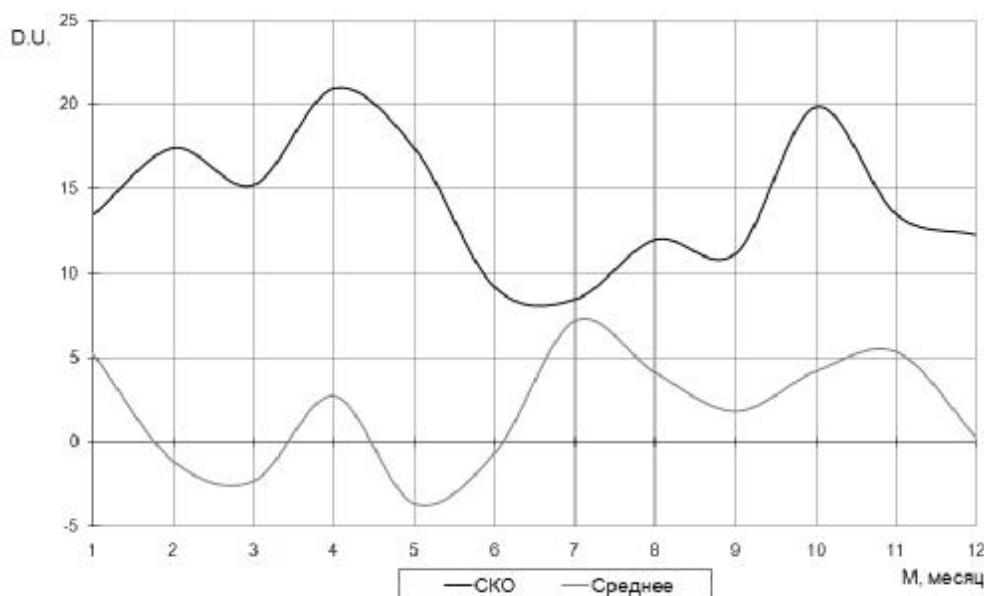


Рис. 3. Результаты вычислений погрешностей для проведенного исследования

В августе такая область с сильной и крайне сильной связью располагается практически идентично картине наблюдаемой в сентябре, охватывая всю рассматриваемую часть Северной Африки (территория пустыни Сахара), однако не распространяется в Средиземное море и Атлантический океан

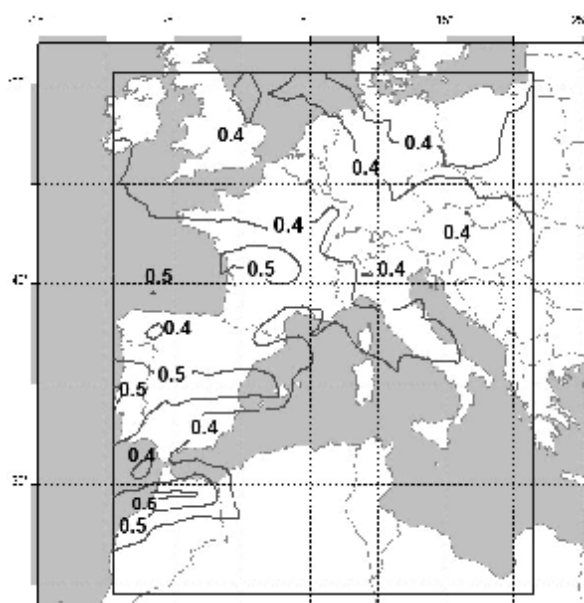


Рис.4. Распределение коэффициента корреляции между ОСО и числами Вольфа для территории Европы и Северной Африки в апреле (1979-2006 гг.)

Установлено, что в ноябре, декабре и январе нет ни одного участка над исследуемой частью земной поверхности, где бы корреляция между двумя рассматриваемыми параметрами была статистически значимой.

Например, в январе над всей территорией Европы отсутствуют участки со статистически значимой корреляцией. Примечательно также, что коэффициент корреляции практически для всей территории Европы отрицателен. Тенденция к появлению отрицательной связи между рассматриваемыми параметрами над тер-

риторией Европы начинает проявляться в октябре. В ноябре территория, для которой коэффициент отрицателен, значительно расширяется, затем опять несколько уменьшается в декабре, а в январе, практически над всей территорией Европы корреляция отрицательна. В феврале только для центральной части Европы сохраняется отрицательная связь, которая полностью исчезает в апреле и в период с апреля по сентябрь коэффициент корреляции для всей территории Европы положителен.

В феврале-марте и мае-июле и октябре области с сильной и очень сильной связью занимают лишь часть территории Европы.

В феврале область с сильной и наиболее сильной корреляцией занимает небольшую территорию на юге Сахары. Над остальной территорией корреляция не является статистически значимой, не достигая порога 95% корреляции равного 0,4.

На рисунке 6 представлена карта, отображающая распределение коэффициента корреляции над территорией Европы в марте.

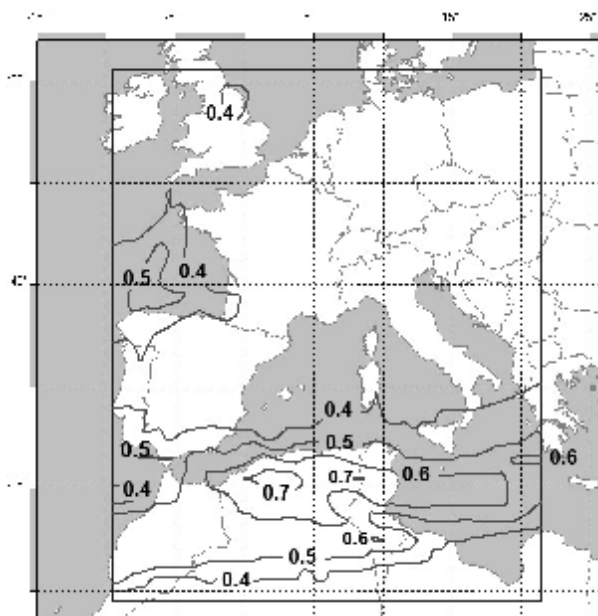


Рис.5. Распределение коэффициента корреляции между СОИ и числами Вольфа для территории Европы и Северной Африки в сентябре (1979-2006 гг.)

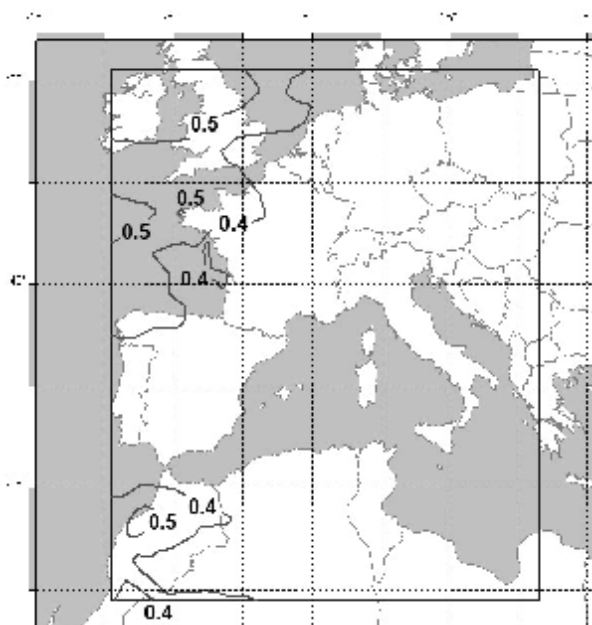


Рис.6. Распределение коэффициента корреляции между СОИ и числами Вольфа для территории Европы и Северной Африки в марте (1979-2006 гг.)

Как видим из карты область с сильной и наиболее сильной корреляцией в марте расположена на западе исследуемой территории, охватывая при этом территории Северной Ирландии, Великобритании, частично область Атлантического океана и северо-западные области Африки. При этом значение коэффициента корреляции для всех областей положительно и максимальное значение равно 0,6 (данная область располагается над Великобританией).

На рисунке 7 представлена карта, отображающая распределение коэффициента корреляции над территорией Европы в мае.

В мае распределение коэффициента корреляции над территорией Европы неоднородно. Область сильной и наиболее сильной корреляции расположена над Испанией, Средиземным морем и севером Африки. Наблюдающаяся связь положительна и максимальное значение равно 0,59.

В июне область сильной и наиболее сильной корреляции расположена неоднородно, охватывая частично север Африки, юг Средиземного моря и небольшие области над восточной Европой в районе Польши и Чехословакии. Практически над всей территорией коэффициент корреляции превышает 95% порог (равный 0,4), но не достигает 98% порога.

В июле области с сильной корреляцией смещаются на север, располагаясь частично над территорией Испании, Португалии и Германии. Также имеются небольшие разрозненные участки над территориями Атлантического океана и Средиземного моря.

На рисунке 8 представлена карта, отображающая распределение коэффициента корреляции над территорией Европы в октябре.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСО НАД РЕГИОНАМИ УМЕРЕННЫХ И ТРОПИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЯСОВ ЗЕМЛИ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

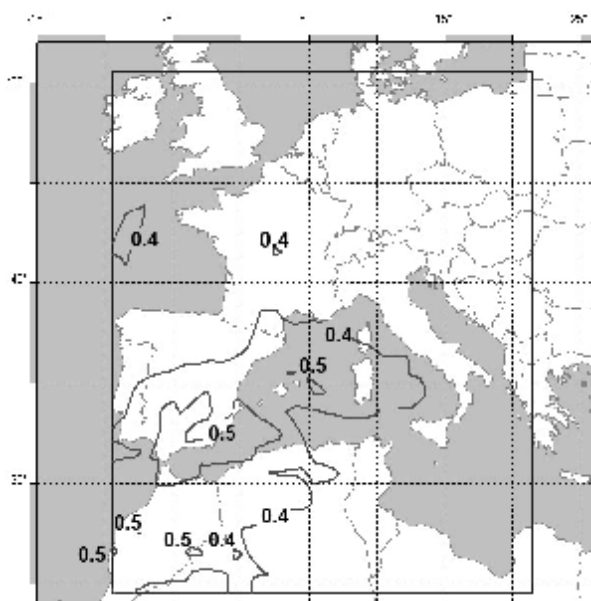


Рис.7. Распределение коэффициента корреляции между ОСО и числами Вольфа для территории Европы и Северной Африки в мае (1979-2006 гг.)

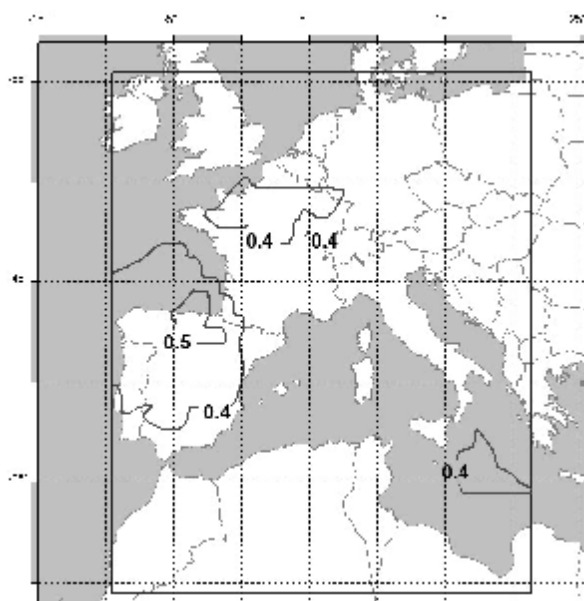


Рис.8. Распределение коэффициента корреляции между ОСО и числами Вольфа для территории Европы и Северной Африки в октябре (1979-2006 гг.)

Как видно из представленной на рисунке 8 карты в октябре для рассматриваемого региона имеются только три области, для которых связь между ОСО и числами Вольфа является статистически значимой. Эти области расположены над Испанией и Португалией, на севере Франции и небольшая область в Средиземном море. Достигается порог 95% корреляции и только на севере Испании значение коэффициента корреляции превышает 0,5.

Таким образом, в зимние месяцы (ноябрь, декабрь и январь, частично февраль) наблюдается минимальная корреляция между значениями ОСО над территорией Европы и числами Вольфа для периода с 1979 г. по 2006 г. Максимальная же корреляция между изучаемыми параметрами для рассматриваемого региона наблюдается в летние месяцы (август-сентябрь) и в апреле.

Обсуждение

Как следует из рисунка 1, закономерности сезонных изменений среднемесячных значений ОСО над рассматриваемыми регионами умеренного, субтропического и тропического климатических поясов практически одинаковы (максимум ОСО всюду приходится на апрель-май, а минимум – на октябрь-ноябрь). Вместе с тем сезонные изменения коэффициента корреляции межгодовых изменений среднемесячных ОСО и чисел Вольфа для этих регионов существенно различаются.

Как следует из представленных карт сезонной динамики распределения коэффициента корреляции между рассматриваемыми параметрами для регионов Умеренного пояса характерно существование одного сезонного максимума рассматриваемых процессов, при этом для регионов Тропического пояса сезонных максимумов коэффициента их корреляции может быть два. Первый приходится на весенние месяцы (март-май), а второй – на летние (август, сентябрь). В мае-июле связь между рассматриваемыми процессами ослаблена и имеет место лишь в регионах, расположенных на северном побережье Средиземного моря, относящихся к Субтропическому поясу. В зимние месяцы статистическая связь между ними повсеместно отсутствует.

Данным фактам может быть дано следующее объяснение.

Согласно современным представлениям о факторах межгодовых изменений среднемесячных ОСО над любым регионом планеты [6], к числу наиболее значимых относятся процессы, влияющие на динамику месячного баланса озона в соответствующем сегменте стратосферы.

Изменения приходной части этого баланса в основном определяются динамикой поступающего в него за месяц потока ультрафиолетовой солнечной радиации, инициирующей реакции цикла Чепмена. Сезонные изменения этого потока соответствуют изменениям потока суммарной солнечной радиации, а его межгодовые изменения определяются динамикой солнечной активности.

Изменения его расходной части зависят от динамики месячного потока веществ, участвующих в разрушении озона. Величина этого потока определяется интенсивностями процессов, обеспечивающих их выделение в атмосферу с земной поверхности, а также вертикальный перенос в тропосфере.

Как известно [7], одним из основных разрушителей стратосферного озона являются радикалы ОН, образующиеся в основном в результате фотолиза водяного пара, поступающего в стратосферу с подстилающей поверхности. Поэтому существенное влияние на межгодовую и сезонную изменчивость ОСО над раз-

личными регионами планеты оказывают процессы испарения с их подстилающей поверхности, а также вертикального переноса водяного пара.

Интенсивность процессов испарения воды и вертикального переноса в тропосфере во многом определяется температурой ее приземного слоя, а также подстилающей поверхности [8]. Существенно зависит она и от географического положения территории, для которой она рассматривается.

Вследствие известных особенностей глобальной атмосферной циркуляции [9], в Умеренных климатических поясах планеты интенсивность процессов вертикального переноса в тропосфере веществ, образующихся у земной поверхности, наиболее велика в летние месяцы. Благодаря этому потепление летом здесь приводит к усилению разрушения стратосферного озона, компенсирующему более интенсивное его образование в реакциях цикла Чепмена.

В зонах Тропических поясов обоих полушарий, близких к 30-м параллелям, в летние месяцы интенсивность вертикального переноса в тропосфере водяного пара, напротив, минимальна, поскольку именно здесь в тропосфере преобладают нисходящие движения воздуха, интенсивность которых тем выше, чем выше температуры воздуха у земной поверхности. Потепление здесь вызывает усиление не вертикального, а горизонтального (меридионального) переноса испаряющейся воды. Летом это приводит в тропических регионах к более частому возникновению и усилению явлений суховея (он же самум, сирокко и хамсин). Таким образом, здесь потепление летом приводит к ослаблению разрушения стратосферного озона, наиболее сильному в августе-сентябре.

Сезонные и межгодовые изменения температуры указанного слоя воздуха определяются динамикой его теплового баланса, приходная часть которого зависит и от потока обратного теплового излучения тропосферы, образующегося в результате парникового эффекта [10].

Интенсивность парникового эффекта зависит от присутствия в воздухе парниковых газов. В то время как концентрация CO_2 от времени года практически не зависит, концентрация тропосферного озона, закиси азота, образующихся при грозах, от него зависит существенно [11].

Статистическая связь между интенсивностью гроз и солнечной активностью была выявлена еще в начале XX века [12]. Было показано, что в годы ее максимума грозы происходят чаще, что приводит к повышению средней концентрации в тропосфере N_2O . Последнее является одной из причин увеличения ширины годичных колец деревьев, которые образуются в такие годы.

Как известно, термофорсаж, создаваемый O_3 и N_2O , прямопропорционален их концентрации в тропосфере. Поэтому в летние месяцы, когда грозовая активность наиболее высока, вклады этих веществ в парниковый эффект являются максимальными.

Учитывая это, в летние месяцы содержание в тропосфере O_3 и N_2O увеличивается, а парниковый эффект усиливается, вызывая активизацию глобальной атмосферной циркуляции над соответствующим полушарием. При высокой солнечной активности парниковый эффект и атмосферная циркуляция усиливаются максимально, что приводит в умеренных поясах планеты к увеличению потоков в стратосферу веществ разрушающих стратосферный озон, а в тропических поясах, напротив, – к их уменьшению.

Так как миграция водяного пара от земной поверхности до стратосферы занимает некоторое время (согласно оценкам А.Х. Хргиана [8] – до 3-х месяцев), его поток, образующийся в летние месяцы, поступает в озоновый слой лишь в сентябре-октябре. Благодаря этому максимальная положительная корреляция изменений ОСО и солнечной активности над регионами тропических климатических поясов максимальна во второй половине лета. Именно поэтому наиболее сильная статистическая связь межгодовых изменений ОСО над Северной Африкой, а также солнечной активности имеет место в августе и сентябре.

Для подтверждения выявленных закономерностей по той же методике была также рассчитана корреляция между значениями ОСО и числами Вольфа для городов тропического пояса, расположенных в Северной Америке (Колорадо $\text{N}40^{\circ}01'$; $\text{W}105^{\circ}15'$ и Вирджиния $\text{N}37^{\circ}51'$; $\text{W}75^{\circ}30'$).

На рисунке 9 представлена внутригодовая динамика коэффициента корреляции для двух городов США, расположенных в тропическом поясе, – Колорадо и Вирджиния, рассчитанных за период с 1979 г. по 2006 г. Коэффициент корреляции для этих пунктов рассчитывался по аналогичной методике, применявшейся для расчетов в Европейском регионе.

Данные по ОСО для Колорадо и Вирджинии были взяты из результатов наблюдений наземных станций, расположенных в этих пунктах.

Как видно из рисунка 9, выявленные закономерности для тропического пояса в районах Европы и Африки аналогичны таковыми для областей Северной Америки. Максимум корреляции здесь также наблюдается в летние месяцы, что свидетельствует об общности выявленных тенденций для всего Тропического пояса.

Значения СКО и «среднего» свидетельствуют о хорошей точности проведенного исследования, результаты которого можно использовать для продолжения выявления закономерностей и взаимозависимостей ОСО над каким-либо регионом планеты с различными глобальными и локальными параметрами местности.

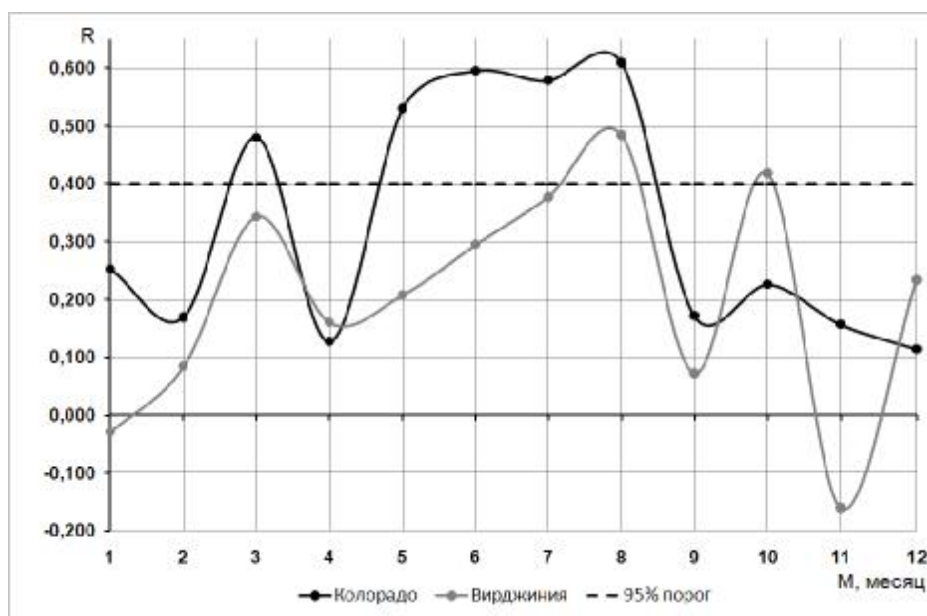


Рис. 9. Сезонная изменчивость коэффициента корреляции между среднемесячными значениями ОСО и числами Вольфа для тропического пояса Северной Америки (1979 – 2006 гг.)

Выводы

Рассмотренные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- 1) Главным фактором, определяющим сезонную изменчивость силы статистической связи межгодовых изменений ОСО в сегменте атмосферы над некоторым регионом, а также солнечной активности, являются свойственные ему особенности атмосферной циркуляции.
- 2) Важнейшим среди них являются такие особенности, как преобладающее направление вертикального переноса воздуха в тропосфере, определяемое географическим положением региона.
- 3) В регионах, расположенных в умеренных климатических поясах, потепление, обусловленное увеличением солнечной активности, приводит к возрастанию потоков веществ, поступающих в озоновый слой от земной поверхности. Это приводит к увеличению расходной части баланса ОСО, в той или иной мере компенсирующему возрастание его приходной части.
- 4) В регионах, относящихся к тропическим климатическим поясам, тот же процесс вызывает уменьшение потоков веществ, разрушающих стратосферный озон и также способно вызывать увеличение его баланса.
- 5) В умеренных и тропических поясах планеты указанные особенности, а также значения коэффициентов корреляции межгодовых изменений ОСО и солнечной активности, наиболее существенно различаются в летние месяцы. В умеренных поясах сила статистической связи этих процессов снижается, а в тропических поясах – возрастает.

Источник и литература

1. Александров Э.Л. Озонный щит Земли и его изменения / Э.Л.Александров, Ю.А. Израэль, И.Л. Кароль, А.Х. Хргиан. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 288 с.
2. Холопцев А.В. Об особенностях статистической связи между изменениями среднемесячных температур приземного слоя атмосферы и общего содержания озона над территорией Украины в период с 1979 по 2006г. / А.В.Холопцев, М.П.Никифорова, М.Б.Силаков // Вісник Одеського національного університету. – 2008. – Т. 13. – Вып. 6. – С.227 – 237
3. Холопцев А.В. О связи изменений значений аномалии средней температуры поверхности северного полушария Земли с изменениями среднемесячных значений общего содержания озона в атмосфере над его умеренными широтами, проявляющиеся в интервале климатической изменчивости / А.В.Холопцев // Культура народов Причерноморья. – 2006. – № 74. – С.128 – 132.
4. Холопцев А.В. Сезонные изменения тенденций динамики общего содержания озона над Украиной в период вторичного потепления и их причины / А.В.Холопцев, Е.И.Потапчук // Культура народов Причерноморья. – 2008 – № 145. – С.131 – 138.
5. Холопцев А.В. О связи тенденций изменения аномалий среднемесячных температур поверхности регионов лесостепной и степной зоны Украины с тенденциями изменения общего содержания озона в умеренных широтах северного полушария, проявляющейся в интервале климатической изменчивости / А.В.Холопцев, М.Ю.Денисюк // Культура народов Причерноморья. – 2005. – № 71. – С.125 – 129.
6. Гушин Г.П. Суммарный озон в атмосфере / Г.П.Гушин, Н.Н.Виноградова. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 235 с.

7. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы / В.Л.Сывороткин. – М.: Геоинформцентр, 2002. – 249 с.
8. Хргиан А.Х. Физика атмосферы / А.Х.Хргиан. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. – 456 с.
9. Зверев А. С. Синоптическая метеорология и основы предвычисления погоды / А.С.Зверев. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1968. – 774 с.
10. Иванов Е. В. Физика солнечной активности / Е.В.Иванов. – М.: Наука, 1983. – 160 с.
11. Изменения климата / Под ред. Д. Гриббина. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 280 с.
12. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь / А.Л.Чижевский. – М.: Наука, 1974. – 342 с.