

УДК 551.583

UDC 551.583

[25.00.00 Науки о Земле](#)

Earth sciences

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА ЮГЕ РОССИИ: ТЕНДЕНЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА****CLIMATE CHANGE IN THE SOUTH OF RUSSIA: TENDENCIES AND POSSIBILITIES FOR PREDICTION**

Рыбак Олег Олегович

Rybak Oleg Olegovich

Д.физ.-мат.н.

Doctor of Science (physics and mathematics)

<http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=23486348300><http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=23486348300>

*Филиал Института природно-технических систем г. Сочи, Россия, заведующий лабораторией 354024 г. Сочи, Курортный проспект, 99/18*  
[orybak@vub.ac.be](mailto:orybak@vub.ac.be)

*Branch of the Institute of Natural and Technical Systems, Sochi, Russia; laboratory head 354024 Sochi, Kurortny Avenue, 99/18*  
[orybak@vub.ac.be](mailto:orybak@vub.ac.be)

Рыбак Елена Алексеевна

Rybak Elena Alekseevna

К.физ.-мат.н.

Candidate of Science (physics and mathematics)

SPIN-код 9833-6628

*Сочинский научно-исследовательский центр РАН, г. Сочи, Россия, ст.н.сопр. 354000 г. Сочи, ул. Театральная -8а*

*Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences, Sochi, Russia; senior scientist 354000 Sochi, Theatralnaya 8-a*

В работе анализируется пространственная структура полей приземной температуры воздуха и сумм осадков в Черноморском регионе. С использованием метода пространственных корреляций определяются пространственные связи между приземной температурой воздуха и осадками на отдельных станциях исследуемого региона с одной стороны и среднегодовой приземной температурой воздуха, осредненной по всему Земному шару, и индексами атмосферной циркуляции, с другой. Индексы атмосферной циркуляции - Северо-Атлантическое колебание (NAO) и колебание «Северное море – Северный Каспий» (NCP) - обуславливают в значительной степени региональный режим тепла и увлажнения. Цель исследования - установление вероятных причин и механизмов, определяющих климатические вариации в регионе, и связи последних с глобальными климатическими изменениями. Показано, что связь температуры воздуха и осадков на отдельных станциях региона с глобальной температурой слаба и неоднозначна. В то же время формирование режима температуры и осадков в значительной степени определяется сменами фаз NAO и NCP. Это означает, что глобальное потепление оказывает не непосредственное влияние на региональный климат, а, что более вероятно, через изменения в режиме атмосферной циркуляции над регионом

What we have analyzed in the article is the spatial structure of the surface air temperature and precipitation amount fields in the Black Sea Region. Spatial correlation method is applied to reveal teleconnections between surface air temperature and precipitation measured at the meteorological stations of the region from one hand and globally averaged surface air temperature and atmospheric circulation indices from the other hand. Atmospheric circulation indices – North Atlantic Oscillation (NAO) and Oscillation «North Sea – Northern Caspian Sea» (NCP) – determine to a great extent regional temperature and precipitation regime. The goal of the current research is to establish probable causes and mechanisms influencing regional climatic variations and examining of possible connections of the latter with the global climate change. It is demonstrated that relations between air temperature and precipitation at particular stations in the region and global temperature are weak and ambiguous. At the same time, temperature and precipitation regimes are affected by changes of phases of NAO and NCP. It means that global warming has no direct effect on the regional climate. More probably, global warming influences the regional climate through the changes in the atmospheric circulation pattern in the particular region

Ключевые слова: КЛИМАТ, ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ, АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ, ПРИЗЕМНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ОСАДКИ, ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Keywords: CLIMATE, CLIMATIC CHANGE, GLOBAL WARMING, ATMOSPHERIC CIRCULATION, SURFACE AIR TEMPERATURE, PRECIPITATION, SPATIAL CORRELATION

## **Введение**

Объектом настоящего исследования является климат Черноморского региона. В контексте статьи исследуемый регион ограничен 38-48 градусами северной широты и 20-45 восточной долготы. Основное внимание уделяется климату Черноморского побережья России и прилежащих к нему горных территорий, на которых расположены Кавказский биосферный заповедник и Сочинский национальный парк. В связи с этим вопросы вариации климатических характеристик здесь приобретают особую актуальность, поскольку они потенциально способны быть причиной изменения границ ареалов распространения растений и животных, а также границ ландшафтов. В условиях высотной поясности эти границы особенно подвижны, и их изменения могут привести к ощутимому снижению биоразнообразия и даже к разрушению отдельных экосистем.

В работе анализируются пространственные структуры полей температуры воздуха и осадков в Черноморском регионе, а также определяются пространственные связи между ними и характеристиками, которые ниже условно обозначены, как «глобальные»: среднегодовой температурой воздуха, осредненной по всему Земному шару, с двумя индексами атмосферной циркуляции, обуславливающими в значительной степени региональный режим тепла и увлажнения. Цель исследования - установление вероятных причин, обуславливающих климатические вариации в регионе и связи последних с глобальными климатическими изменениями.

Разумеется, изменения в поле приземной температуры, и, особенно, в поле атмосферных осадков, не происходят синхронно по всей планете. В целом, на уровне регионов обнаруживается серьезная пространственная и временная неоднородность в тенденциях изменений климата. При этом, как правило, с уменьшением масштаба пространственного осреднения

заметно увеличивается межгодовая изменчивость температуры [1-3]. Кроме того, на фоне роста глобально-осредненной температуры может наблюдаться и ее снижение в отдельных регионах [4]. Так, на побережье Черного моря и в районах, примыкающих к нему, рост температуры наблюдается с конца 70-х – начала 80-х годов 20-го века, а к северу от Главного Кавказского хребта рост, предположительно, начался еще раньше, с начала 1960-х годов [3]. Характерно, что периоду роста температуры на большинстве станций предшествовал длительный период стабильности, когда температурные тренды практически отсутствовали. Рост температуры в западной части Черного моря более чем вдвое превысил ее рост в восточной части, что, по-видимому, можно объяснить особенностями региональной атмосферной циркуляции. На Черноморском побережье Кавказа и на Южном берегу Крыма рост температуры за последние три десятилетия оставался самым низким в Черноморском регионе [3]. Приведенные примеры показывают непростой характер связей между глобальными изменениями и их региональными проявлениями.

Оценка потенциального влияния глобальных климатических изменений на вариации регионального климата имеет важное практическое значение для объяснения причин изменений в природной среде. Как уже было упомянуто, региональные вариации климата зачастую не связаны напрямую с изменениями климата глобального. Влияние местных факторов, смягчающих глобальные климатические изменения затрудняют идентификацию последних.

### **1. Используемые данные и методы анализа**

В качестве «глобальных» данных (или «глобальных» переменных) в настоящей работе были использованы:

1. Аномалии приземной температуры воздуха (включая территорию Мирового океана), осредненной по территории всей планеты по

отношению к среднему значению за период 1951-1980 гг. [5, 6];

2. Индекс Североатлантического колебания (North Atlantic Oscillation, сокращенно NAO), рассчитываемый как осредненная за год нормализованная разница атмосферного давления между метеостанциями Лиссабон (Португалия) и Стиккисхольмур/Рейкьявик [7].

3. Индекс колебания «Северное море – Северный Каспий» (NCP), рассчитываемый как нормализованная разница атмосферного давления между центрами действия - в Северном море ( $0^{\circ}\text{E}$ ,  $55^{\circ}\text{N}$  and  $10^{\circ}\text{E}$ ,  $55^{\circ}\text{N}$ ) и в северной части Каспийского моря [8, 9].

В качестве данных на отдельных станциях были использованы климатические ряды TG - среднее из среднесуточных значений температуры воздуха (45 рядов) и RR - среднегодовая сумма осадков (76 рядов) Европейского проекта по сбору и анализу климатических данных (European Climate Assessment & Dataset project, ECA&D) [10] за 1900-2012 гг. Очевидное несоответствие количества рядов TG и RR обусловлено тем, что в силу разных причин сеть наблюдений за осадками гуще сети наблюдений за температурой, особенно на территории бывшего СССР. Были проигнорированы ряды, общее количество лет наблюдений на которых составило менее 30, а также ряды с фрагментарными данными.

В настоящей работе был использован метод расчета пространственных корреляций. Пусть  $x_k(i)$ , где  $i=1, \dots, N_k$  - метеорологические измерения температуры воздуха или суммы осадков на какой-либо метеорологической станции  $k$  из общего количества станций  $A$ ,  $i$  – год,  $N_k$  – общее количество лет измерения данной величины. Аналогичные измерения на другой станции,  $l$ , обозначим соответственно  $x_l(j)$ , где  $j=1, \dots, N_l$  – длина ряда наблюдений на этой станции. До тех пор, пока  $N_k \neq N_l$ , и в рядах  $x_k(i)$  и  $x_l(i)$  существуют пропуски данных (причем в несовпадающие годы), их совместный анализ невозможен. Сформируем два новых ряда,  $y_k$  и  $y_l$ , имеющих равную длину  $M$ , и из которых удалены

те годы, в которые хотя бы один из рядов имеет пропуск. Линейная связь между рядами  $y_k$  и  $y_l$  будет количественно выражаться коэффициентом корреляции Пирсона  $r_{kl}$ . Рассчитав все возможные комбинации  $r_{kl}$ , получаем матрицы  $\mathbf{A}_c$ , где  $c=T$  (температура) или  $c=P$  (осадки) симметричные относительно главной диагонали, которая состоит из единиц (корреляционные матрицы). Последней можем поставить в соответствие такую же квадратную матрицу  $\mathbf{Z}$  расстояний между каждой парой станций. Расстояния рассчитываются, исходя из географических координат каждой из станций.

Если за  $x_l(j)$  считать одну из глобальных переменных, тогда квадратная матрица  $\mathbf{A}$  вырождается в матрицу-столбец  $\mathbf{B}$ , которой можно поставить в соответствие матрицу  $\mathbf{S} = \begin{pmatrix} \varphi_1 & \lambda_1 \\ \dots & \dots \\ \varphi_M & \lambda_M \end{pmatrix}$  расстояний в градусах широты  $\varphi$  и долготы  $\lambda$  от условного нижнего левого угла исследуемой области  $(\varphi_0, \lambda_0)$ .

## 2. Результаты исследования

Корреляционные матрицы температуры воздуха и осадков ( $\mathbf{A}_T$  и  $\mathbf{A}_P$ ) в Черноморском регионе представлены на рисунке 1а и 1б. Каждый из неповторяющихся элементов матриц  $\mathbf{A}_T$  и  $\mathbf{A}_P$  показан в зависимости от расстояния станций друг от друга, задаваемых в матрицах расстояний  $\mathbf{Z}_T$  и  $\mathbf{Z}_P$ . Средние парные корреляции  $r(z)$ , где  $z$  - расстояние между станциями, рассчитывались путем подгонки двойной экспоненциальной функции.

Очевидно, существенное различие в корреляционной структуре полей. Средняя корреляция снижается с 1 до 0,5 уже на расстоянии около 250 км и при увеличении расстояния происходит дальнейшее ее падение. Средняя корреляция температуры снижается медленнее, и достигает условного порогового значения 0,5 на расстоянии, превышающем 1000 км.

Очевидно, также, что экспоненциальная зависимость корреляции от расстояния не вполне адекватно отражает реальность, поскольку при приближении расстояния между станциями к нулю, средняя корреляция стремится не к единице, а к 0,98. Интересно отметить также и бóльший разброс значений корреляций температуры.

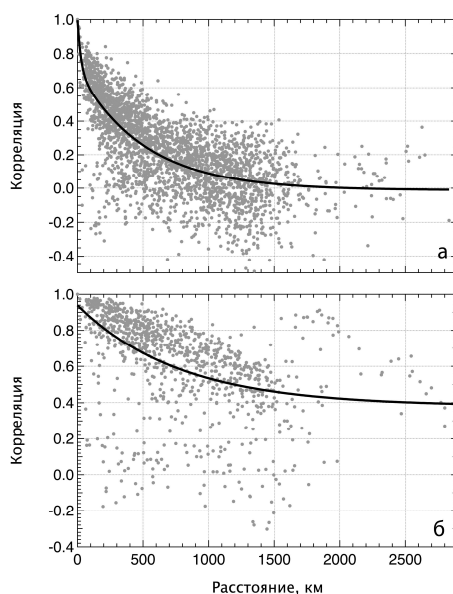


Рисунок 1 – Парные коэффициенты корреляции (значения матриц  $A_T$  и  $A_P$ ) между значениями годовых сумм осадков (а) и среднегодовыми температурами (б) на метеостанциях Черноморского региона в зависимости от расстояния между ними (задаваемых в матрицах расстояний  $Z_T$  и  $Z_P$ ). Жирные линии показывают средние экспоненциальные радиусы корреляции.

Представленные результаты расчетов в значительной степени обусловлены особенностями исследуемого региона с Черным морем в центре, где данные наблюдений отсутствуют. Таким образом, исследуемые поля существенно неизотропны. Если на удаленных от побережья и от границ региона территориях можно оценить зависимость  $r(z)$  от направления (во всяком случае, там, где это позволяет сделать достаточная

густота сети станций), то для станций, расположенных на побережье, очевидна неизбежность ограниченности направлений анализа.

Анализ матриц вида **B** (связей полей температуры и осадков с «глобальными» переменными) позволяет сделать вывод о том, что в среднем по региону линейные связи между ними не очень сильны. Это неудивительно, если принять во внимание характер исходных рядов. Со статистической точки зрения подавляющая часть рядов осадков представляет собой некоррелированные по времени колебания (белый шум) [3]. Ряды температуры воздуха являются, в лучшем случае, простыми марковскими процессами, тогда как ряды «глобальных» переменных имеют более сложную временную структуру [11, 12]. Анализ знаков корреляций между рядами температуры воздуха и годовыми и «зимними» рядами NAO свидетельствует о смене знака влияния NAO на формирование режима температуры в восточной и западной частях Черноморского региона (рисунки 2а и 2б). Действительно, индекс NAO определяет интенсивность западного переноса, который формирует режим температуры региона. Влияние его, очевидно сильнее на западе, чем на востоке. Изменения индекса NCP (рисунок 2в) особенно сильно на востоке области, где корреляция с рядами температуры в некоторых случаях превышает 0,5, что делает NCP потенциальным предиктором региональных температурных изменений, во всяком случае, на востоке Черноморского региона. Региональные различия влияния роста глобальной температуры на температуру на отдельных станциях крайне незначительны (рисунок 2г), хотя значительный разброс результатов (от -0,5 до 0,5) свидетельствует о крайней неоднородности этих связей даже в пределах одного региона. Иначе говоря, на фоне роста глобальной температуры на некоторых станциях может наблюдаться и ее снижение, о чем было упомянуто во Введении.

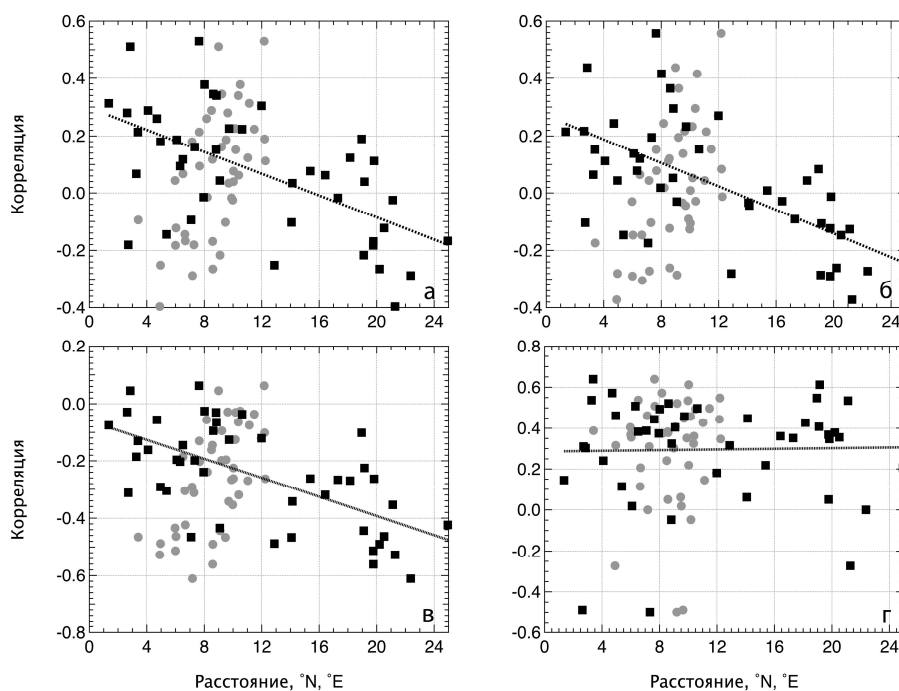


Рисунок 2 – Парные коэффициенты корреляции между среднегодовыми температурами воздуха в Черноморском регионе и зимними значениями индекса Североатлантического колебания (а), среднегодового индекса (б), индекса колебаний Северное море – Северный Каспий (в) и глобальной средней приземной температурой воздуха в зависимости от их расстояния (в градусах широты или долготы) от западной (черные квадраты) или южной (серые кружки) условных границ Черноморского региона. Пунктиром показана средняя линейная зависимость коэффициентов корреляции от расстояния от западной границы.

Влияние «глобальных» переменных на режим осадков прямо противоположно их влиянию на режим температуры, хотя абсолютные значения корреляций несколько меньше (рисунки 3 а-г). Последнее не удивительно, принимая во внимание гораздо большую чувствительность режима осадков к местным условиям.



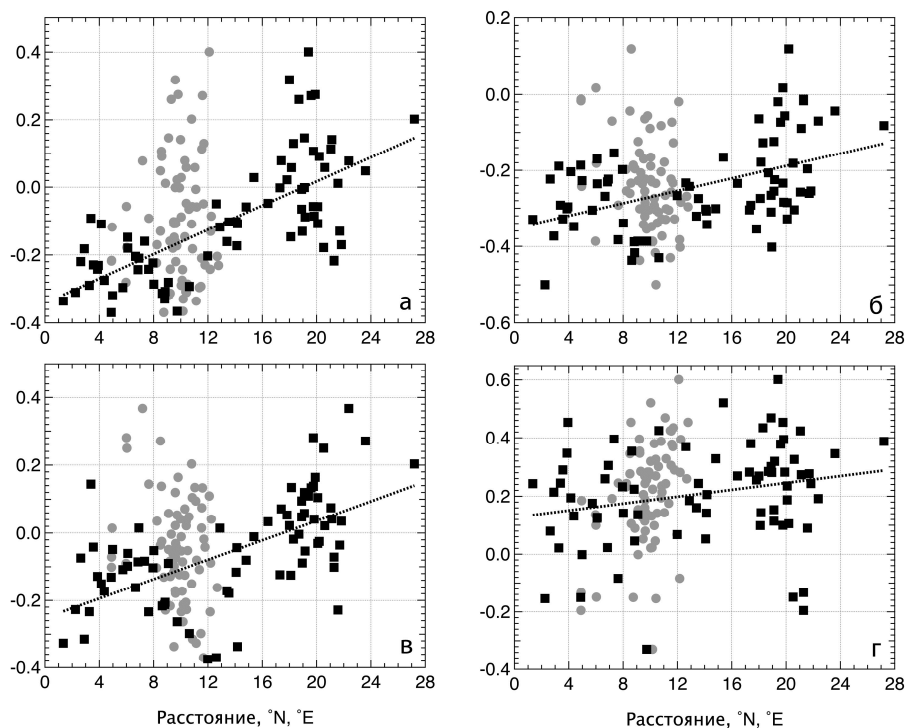


Рисунок 3 – Парные коэффициенты корреляции между годовыми суммами осадков в Черноморском регионе и зимними значениями индекса Североатлантического колебания (а), среднегодового индекса (б), индекса колебаний Северное море – Северный Каспий (в) и глобальной средней приземной температурой воздуха в зависимости от их расстояния (в градусах широты или долготы) от западной (черные квадраты) или южной (серые кружки) условных границ Черноморского региона. Пунктиром показана средняя линейная зависимость коэффициентов корреляции от расстояния от западной границы

Интересны результаты пространственного анализа распределения корреляций температуры и осадков с индексом NCP. Отфильтровав значения  $|r| < 0,2$  (значение 0,2 взято за условный порог влияния), мы нанесли на карту региона оставшиеся значения. На рисунке 4 показана зависимость температуры воздуха от индекса NCP. Все значимые коэффициенты корреляции (т.е. те случаи, когда  $|r| \geq 0,2$ ) отрицательны во всем регионе. Это значит, что изменения температуры находятся в

противофазе со значениями индекса NCP. Полученный результат вполне согласуется со схематически показанными схемами атмосферной циркуляции при положительной и отрицательной фазах NCP. Во время отрицательной фазы (преобладающая адвекция воздушных масс с юга) аномалии температуры воздуха положительны и наоборот. Заметим, что корреляция температуры с NCP на отдельных станциях региона (Сочи, Трабзон) ниже  $-0,5$ . Последнее обстоятельство требует дальнейшего анализа связей NCP с температурными рядами, возможно с месячными аномалиями температуры после удаления из них сезонного хода. К сожалению, длина исходного ряда NCP едва превышает 50 лет. Проявления связи NCP с температурой в целом сильнее в западной части региона в прибрежных или примыкающих к ним областях.

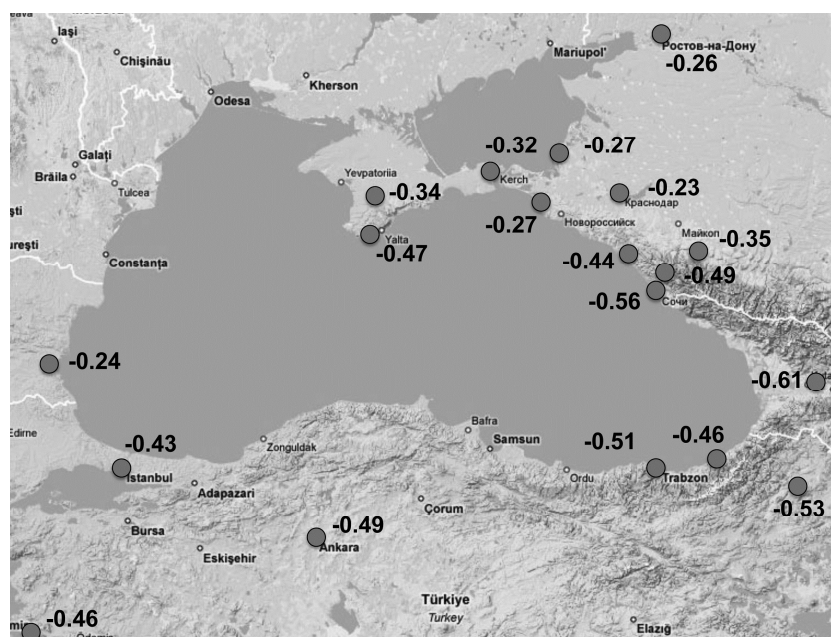


Рисунок 4 – Станции, на которых модуль коэффициента корреляции между среднегодовыми температурами воздуха и значениями индекса NCP превышает 0,2.

Влияние NCP на режим осадков также вполне однозначно, хотя и не столь сильно, как его влияние на режим температуры (рисунок 5). Аномалии осадков северо-запада находятся в противофазе с NCP, а юго-востока – наоборот, в фазе. Последнее означает, что при преобладании

вторжения воздушных масс с юго- и юго-запада количество выпадающих осадков в среднем больше, чем при вторжениях с севера и северо-запада.

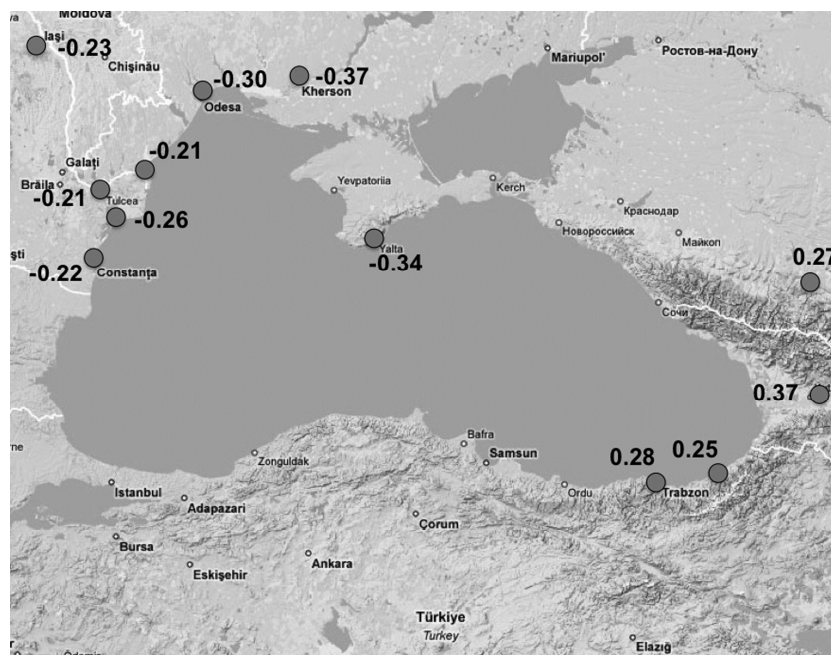


Рисунок 5 – Станции, на которых модуль коэффициента корреляции между среднегодовыми суммами осадков и значениями индекса колебаний NCI превышает 0,2

Последняя, в свою очередь, приводит к диаметральной смене преобладающих направлений адвекции атмосферного воздуха в регионе, и, как было показано в предыдущем разделе, синхронной смене знака аномалий температуры воздуха и осадков либо в регионе в целом, либо асинхронно в восточной и западной его частях.

Исследуемый регион находится на периферии влияния Североатлантического колебания (NAO) – еще одной квазиустойчивой пространственно-временной структуры атмосферной циркуляции. Совместное влияние NAO и NCI на формирование климата исследуемого региона создает сложную картину пространственно-временной изменчивости температуры воздуха и осадков даже при годовом осреднении. При этом в некоторых случаях в рядах наблюдений удается

выделить линейные тренды. Однако первопричина региональных климатических изменений – квазипериодическая смена фаз NAO и NCP – до сих пор не установлена. Скорее всего, в данном случае приходится говорить не об одной причине, а об их комплексе, определяющем взаимодействие мод глобальной циркуляции.

### **Заключение**

На основании проведенных исследований пространственной корреляционной структуры полей температуры воздуха и атмосферных осадков в Черноморском регионе, можно сделать следующие выводы:

- в целом по региону существует значительный разброс зависимости корреляций от расстояния между станциями, определяемый влиянием локальных условий на формирование изменчивости температуры и осадков;
- в среднем, пространственная корреляция температуры воздуха более чем вдвое выше, чем пространственная корреляция осадков;
- осредненная по региону корреляция осадков стремится к нулю при увеличении расстояния между станциями, а корреляция температуры к предельному положительному значению (около 0,4); последнее свидетельствует о синхронности (в среднем) изменения температуры воздуха во всем регионе;

Анализ связей полей температуры воздуха и осадков с некоторыми внешними по отношению к региону факторам показал:

- формирование режима температуры и осадков в значительной степени определяется сменами фаз NAO и NCP;
- связь температуры воздуха и осадков на отдельных станциях региона с глобальной температурой слаба и неоднозначна.

Последнее означает, что глобальное потепление не оказывает непосредственного влияния на режим температуры и осадков – это

происходит опосредовано, через изменения в режиме атмосферной циркуляции над регионом.

Синхронность изменений в режиме температуры воздуха и осадков на различных метеостанциях в Черноморском регионе на протяжении последних трех десятилетий [4] указывает на то, что эти изменения, вероятно, вызваны одними и теми же причинами. Нельзя с полной уверенностью утверждать, что потепление воздуха над Черным морем и его окрестностями напрямую обусловлено теми же причинами, что и глобальное потепление, а именно увеличением в атмосфере концентрацией парниковых газов. Скорее, здесь действуют более сложные причинно-следственные связи. Необходимо отметить, что объяснение механизмов, связывающие региональные климатические изменения с ростом глобальной температуры воздуха, очень сложны и недостаточно исследованы.

### Литература

1. Груза Г., Изменение климатических условий Европейской части России во второй половине XX века/ Груза Г., Ранькова Э. // Русский архипелаг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://www.archipelag.ru/agenda/geoklimat/history/change/> (дата обращения 01.11.2013).
2. Rybak E.A. Complex Geographical Analysis of the Greater Sochi Region on the Black Sea Coast/ Rybak E.A., Rybak O.O., Zasedatelev Y. V. [Текст] // GeoJournal. - 1994. - V. 34. - P. 507-513.
3. Рыбак О.О. Изменения режима температуры воздуха и количества осадков в Черноморском регионе в 20м веке / Рыбак О.О., Рыбак Е.А. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. - №90(06) – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/15.pdf>.
4. Переведенцев Ю.П. Региональные проявления современного потепления климата в тропостратосфере Северного полушария. [Текст] / Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М., Николаев А.А. // Известия РАН. Серия географическая. - 2005. - №6. - С. 6-16.
5. Hansen J. [Global surface temperature change](#). [Текст] / Hansen J., Ruedy R., Sato M., Lo K. // Reviews of Geophysics. - 2010. - V. 48. - RG4004. doi:10.1029/2010RG000345.
6. Hansen J. [Global temperature change](#). [Текст] /Hansen J., Sato M., Ruedy R., Lo K., Lea D.W., Medina-Elizade M.// Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2006. - V. 103. - P. 14288-14293. - doi:10.1073/pnas.0606291103.
7. Hurrell J. and National Center for Atmospheric Research Staff (Eds). Last modified 08 Oct 2013. «The Climate Data Guide: Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index

(station-based)»// [Электронный ресурс] <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based> (дата обращения 01.11.2013).

8. Kutiel H. North Sea Caspian Pattern (NCP) - an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean: Identification and definition. [Текст] / Kutiel H., Benaroch Y. // Theoretical and Applied Climatology. - 2002. - V. 71. - P. 17-28.

9. Kutiel H. North Sea Caspian Pattern (NCP) - an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean: Implications on the regional climate. [Текст] / Kutiel H., Maheras P., Türkes M., Paz S. // Theoretical and Applied Climatology. - 2002. - V. 72. - P. 173-192.

10. ECA&D // [Электронный ресурс] URL <http://eca.knmi.nl/dailydata> (дата обращения 01.11.2013).

11. Рыбак О.О. Чередование режимов в изменчивости североатлантического колебания. [Текст] / Рыбак О.О., Рыбак Е.А. // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. - 2009. - №2. - С. 60-65.

12. Рыбак Е.А. О спектральной структуре Североатлантического колебания. [Текст] / Рыбак Е.А., Рыбак О.О. // Метеорология и гидрология. - 2005. - №3. - С. 39-49.

### References

1. Gruza G., *Izmenenie klimaticheskih uslovij Evropejskoj chasti Rossii vo vtoroj polovine NN veka*/ Gruza G., Ran'kova Je. // Russkij arhipelag. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL <http://www.archipelag.ru/agenda/geoklimat/history/change/> (data obrashhenija 01.11.2013).

2. Rybak E.A. Complex Geographical Analysis of the Greater Sochi Region on the Black Sea Coast/ Rybak E.A., Rybak O.O., Zasedatelev Y. V. [Tekst] // GeoJournal. - 1994. - V. 34. - P. 507-513.

3. Rybak O.O. *Izmenenija rezhima temperatury vozduha i kolichestva osadkov v Chernomorskom regione v 20m veke* / Rybak O.O., Rybak E.A. // Nauchnyj zhurnal KubGAU [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. - №90(06) – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/15.pdf>.

4. Perevedencev Ju.P. Regional'nye projavlenija sovremennogo poteplenija klimata v troprozatosfere Severnogo polusharija. [Tekst] / Perevedencev Ju.P., Vereshhagin M.A., Naumov Je.P., Shantalinskij K.M., Nikolaev A.A. // Izvestija RAN. Serija geograficheskaja. - 2005. - №6. - S. 6-16.

5. Hansen J. Global surface temperature change. [Tekst] / Hansen J., Ruedy R., Sato M., Lo K. // Reviews of Geophysics. - 2010. - V. 48. - RG4004. doi:10.1029/2010RG000345.

6. Hansen J. Global temperature change. [Tekst] /Hansen J., Sato M., Ruedy R., Lo K., Lea D.W., Medina-Elizade M.// Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2006. - V. 103. - P. 14288-14293. - doi:10.1073/pnas.0606291103.

7. Hurrell J. and National Center for Atmospheric Research Staff (Eds). Last modified 08 Oct 2013. «The Climate Data Guide: Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index (station-based)»// [Jelektronnyj resurs] <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based> (data obrashhenija 01.11.2013).

8. Kutiel H. North Sea Caspian Pattern (NCP) - an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean: Identification and definition. [Tekst] / Kutiel H., Benaroch Y. // Theoretical and Applied Climatology. - 2002. - V. 71. - P. 17-28.

9. Kutiel H. North Sea Caspian Pattern (NCP) - an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean: Implications on the regional climate. [Tekst] / Kutiel H., Maheras P., Türkes M., Paz S. // Theoretical and Applied Climatology. - 2002. - V. 72. - P. 173-192.

10. ECA&D // [Jelektronnyj resurs] URL <http://eca.knmi.nl/dailydata> (data obrashhenija

01.11.2013).

11. Rybak O.O. Cheredovanie rezhimov v izmenchivosti severoatlanticheskogo kolebanija. [Tekst] / Rybak O.O., Rybak E.A. // Izvestija VUZov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. - 2009. - №2. - S. 60-65.

12. Rybak E.A. O spektral'noj strukture Severoatlanticheskogo kolebanija. [Tekst] / Rybak E.A., Rybak O.O. // Meteorologija i gidrologija. - 2005. - №3. - S. 39-49.