

РАЗДЕЛ 4. ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

УДК 911.9

ТЕЛЕКОННЕКЦИИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ В КЕРЧИ И ТЕМПЕРАТУР АТЛАНТИКИ

Холопцев А.В., Захаренкова Л.С.

*АНОО Севастопольская морская академия
E-mail: kholoptsev@mail.ru, zakharenkova_888@list.ru*

Выявлены телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых и среднемесячных значений уровня Черного моря в порту Керчь с вариациями поверхностных температур некоторых районов Атлантического океана, которые в период после 1973 г. являются статистически значимыми. Изучены сезонные изменения расположения подобных районов, которые позволяют допускать наличие их причинной связи с основными поверхностными течениями Атлантики.

Ключевые слова: телеконнекции, уровень моря, поверхностные температуры, Атлантический океан, тренд, корреляция.

ВВЕДЕНИЕ

Изменения уровня моря в портах существенно влияют на интенсивность происходящих в них процессов аккумуляции донных осадков, глубины в фарватерах, а также многие другие процессы, влияющие на безопасность их эксплуатации. Вследствие этого прогнозы изменений уровня моря в любом порту должны учитываться при планировании его дальнейшего развития, а совершенствование методик их разработки является актуальной проблемой физической географии, а также эксплуатации водного транспорта.

Наибольший интерес решение рассматриваемой проблемы представляет для портов, через которые проходят основные потоки пассажиров, а также грузов, следующих между тем или иным регионом мира и его окружением. Для Крыма, в условиях блокады к их числу относятся порт Керчь и порт Крым (входящий в состав Керченской паромной переправы), от эффективности функционирования которых во многом зависит состояние многих отраслей его экономики. Упомянутые порты расположены на небольшом расстоянии между собой, вследствие чего тенденции изменения в них уровня моря во многом подобны.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Согласно современным представлениям о причинах изменения уровня Мирового океана у различных участков его побережий [1, 2, 3], важную роль в изменениях уровня Черного моря в портах Керчь и Крым играют метеорологические процессы, которые влияют на характеристики водообмена

Черного и Азовского морей, а также вызывают сгоны и нагоны в их акваториях [4, 5, 6, 7, 8].

Многие из таких процессов образуются в результате взаимодействия с атмосферой различных акваторий Атлантического океана [9]. В ходе подобного взаимодействия в атмосферу с поверхности каждой его акватории поступают потоки тепла и водяного пара, зависящие от среднего значения ее поверхностной температуры (далее ТПО) [10].

Это позволяет предположить, что телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых и среднемесячных значений уровня Черного моря в рассматриваемых портах, а также опережающих их по времени вариаций ТПО некоторых районов Атлантики, могут быть значимыми.

Так как многие факторы, способные вызывать изменения уровня моря в рассматриваемых портах, являются ненаблюдаемыми, подобные изменения целесообразно рассматривать как многофакторный случайный процесс. Одним из наиболее универсальных методов моделирования таких процессов является метод множественной регрессии [11]. Данный метод применим также и для разработки их прогнозов, при условии, что в качестве аргументов прогностических моделей используются факторы, телеконнекции с которыми в соответствующем будущем окажутся значимыми. Поскольку для выявления подобных телеконнекций изучаемых процессов и их факторов может быть использованы лишь результаты уже состоявшихся их наблюдений, данная задача разрешима лишь применительно к тому или иному сценарию будущего.

Одним из наиболее реалистичных при сравнительно небольших упреждениях прогноза является сценарий, предполагающий, что характеристики связей изучаемого процесса и его факторов в соответствующем будущем сохранятся такими же, какими они были на отрезке их предыстории, по которому возможна их оценка.

Если в будущем реализуется именно этот сценарий, учет телеконнекций изучаемых процессов и их факторов, которые выявлены по их предыстории, при разработке их прогнозов мог бы способствовать повышению их эффективности. Поэтому проверка адекватности выдвинутой гипотезы и выявление районов Антики, для которых телеконнекции межгодовых изменений их среднегодовых и среднемесячных ТПО с вариациями уровня моря в портах Керчь и Крым в современный период являлись значимыми, представляет немалый теоретический и практический интерес.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

Продолжительность периода инструментальных наблюдений за изменениями уровня Черного моря в порту Керчь существенно больше, чем в порту Крым. При этом для порта Керчь она вполне достаточна для выявления изучаемых телеконнекций [12]. Учитывая малое расстояние между портами, Керчь и Крым, представляется вероятным, что значимые телеконнекции, выявленные для первого, окажутся такими же и для второго.

ТЕЛЕКОННЕКЦИИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ В КЕРЧИ И ТЕМПЕРАТУР АТЛАНТИКИ

Информация об изменениях ТПО различных районов Атлантического океана, ограниченных квадратами координатной сетки размерами $5^{\circ} \times 5^{\circ}$, представляющая собой результаты реанализа аномалий этих характеристик, содержится в [13]. Это позволяет проверить справедливость выдвинутой гипотезы и найти районы Атлантики, для которых телеконнекции вариаций их ТПО с изучаемыми процессами являлись значимыми. Тем не менее, ранее подобного сделано не было. В результате, вариации ТПО каких либо районов Атлантики при прогнозировании изменений уровней моря в порту Керчь ныне не используются, несмотря на то, что эффективность и оправдываемость разрабатываемых прогнозов этого процесса не всегда удовлетворяет потребностям практики.

Учитывая изложенное, в качестве объекта исследования в данной работе выбраны межгодовые изменения среднегодовых и среднемесячных значений уровня Черного моря в порту Керчь. Предметом исследования являются телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых и среднемесячных значений уровня Черного моря в порту Керчь с опережающими их по времени вариациями ТПО различных районов Атлантического океана.

Цель работы – проверка адекватности выдвинутой гипотезы, а также выявление расположений районов Атлантики, в которых межгодовые изменения среднегодовых и среднемесячных значений их ТПО значимо статистически связаны с запаздывающими по отношению к ним вариациями уровня Черного моря в порту Керчь.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

При решении поставленной задачи вывод о значимости телеконнекции изучаемых процессов делался в случаях, когда значение коэффициента парной корреляции сопоставляемых фрагментов рассматриваемых временных рядов по модулю превышало уровень 95% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента [12].

При этом предполагалось, что изменения ТПО могут являться причиной, а изменения суммарной продолжительности рассматриваемых ЭЦМ – следствием, которое может запаздывать по отношению к этой причине на 0- 11 месяцев.

Производились расчеты значений указанной меры для временных рядов годовых значений рассматриваемых характеристик, начала которых совпадают между собой по времени. Также изучались телеконнекции между фрагментами временных рядов месячных характеристик рассматриваемых процессов, соответствующих каждому месяцу, начала которых смещены между собой на 0-11 месяцев.

При этих вычислениях использованы фрагменты изучаемых временных рядов, включающие по 33 членов.

Для всех сопоставляемых фрагментов временных рядов рассчитаны и скомпенсированы их тренды.

Анализ автокорреляционных функций полученных при этом рядов показал, что соответствующее им значение числа степеней свободы соответствует 33. Поэтому

вывод о значимости телеконнекции каких либо двух изучаемых процессов делался, если значение коэффициента их парной корреляции по модулю превышало уровень 0.33.

Для интегральной оценки значимости телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых или среднемесячных значений уровня Черного моря в порту Керчь, с соответствующими вариациями ТПО Атлантики, определено общее количество квадратов акватории этого океана, размерами $5^{\circ} \times 5^{\circ}$, для которых подобные телеконнекции признаны значимыми, относящихся к той или иному его региону, либо всей его поверхности. Также отдельно подсчитаны количества аналогичных квадратов, для которых корреляция рассматриваемых процессов являлась значимой положительной и значимой отрицательной.

При этом рассматривались следующие океанические регионы:

А) акватории Атлантики и Норвежского моря, расположенные к северу от параллели $65^{\circ}N$;

Б) акватории Атлантики, находящиеся между параллелями $65^{\circ}N$ и $40^{\circ}N$ (в основном относящиеся к Северному умеренному климатическому поясу);

В) акватории Атлантики, лежащие между параллелями $40^{\circ}N$ и $10^{\circ}N$ (которые принадлежат преимущественно Северным Субтропическому и Тропическому климатическим поясам);

Г) приэкваториальные акватории, заключенные между параллелями $10^{\circ}N$ и $10^{\circ}S$ (соответствующие главным образом Субэкваториальному (Северному и Южному), а также Экваториальному климатическим поясам);

Д) акватории Атлантики, содержащиеся между параллелями $10^{\circ}S$ и $40^{\circ}S$ (включающие районы в основном таких климатических поясов, как Южный Тропический и Южный Субтропический);

Е) акватории Южной Атлантики, расположенные к югу от параллели $40^{\circ}S$ (Субантарктика и Антарктика).

Расположения акваторий Атлантики, для которых телеконнекции вариаций среднегодовых (среднемесячных) значений их ТПО с рассматриваемыми процессами являются значимыми, отображались на контурных картах этого океана изолиниями значений коэффициента парной корреляции, соответствующих уровням $+0,33$ и $-0,33$.

При построении указанных изолиний использован метод триангуляции Делоне [14]. При описанных исследованиях как фактический материал использованы временные ряды среднегодовых и среднемесячных значений ТПО во всех районах Атлантики, ограниченных квадратами координатной сетки размерами $5^{\circ} \times 5^{\circ}$, полученные из [13], а также ряды соответствующих значений уровня Черного моря в порту Керчь, полученные из компьютерного атласа Гидрометеорологические условия в Азовском и Черном морях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

С использованием описанной методики изучены телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых значений уровня Черного моря в порту Керчь, а также

ТЕЛЕКОННЕКЦИИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ В КЕРЧИ И ТЕМПЕРАТУР АТЛАНТИКИ

среднегодовых ТПО всех районов Атлантики, где после 1973 г. их мониторинг проводился систематически. Установлено, что для многих районов Атлантики они являются значимыми. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

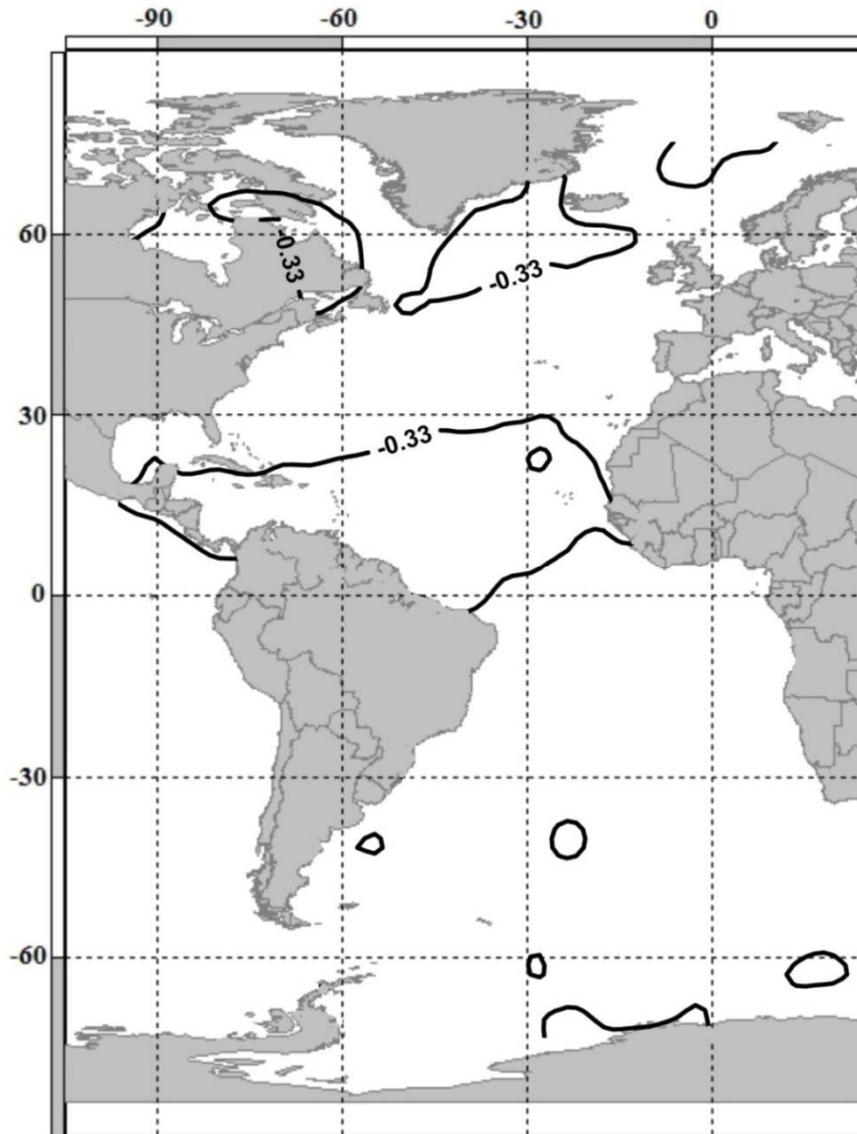


Рис. 1. Расположения районов Атлантического океана, в которых межгодовые изменения среднегодовых значений их ТПО значимо связаны с вариациями уровня Черного моря в порту Керчь.

Из рисунка 1 следует, что в Атлантическом океане районы, для которых телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых ТПО, а также вариаций

уровня Черного моря в порту Керчь, являются значимыми, расположены преимущественно в Северном полушарии. При этом установлено, что статистические выводы о значимости выявленных телеконнекций для многих районов Атлантики характеризуются достоверностью выше 0,99 (по критерию Стьюдента).

Распределение по рассматриваемым регионам Атлантики ее районов, для которых установлено, что телеконнекции изменений их среднегодовых ТПО и изучаемых среднегодовых значений уровня моря являются статистически значимыми с достоверностью 0,95, показано в таблице 1.

Таблица 1.

Распределение по зонам Атлантики ее районов, в которых телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых ТПО, а также вариаций уровня моря в порту Керчь, являются значимыми

	Положительная корреляция	Отрицательная корреляция
Весь океан	7	81
А	3	1
Б	0	17
В	0	45
Г	1	11
Д	2	5
Е	1	2

Из таблицы 1 следует, что рассматриваемые районы преимущественно расположены в зонах между параллелями 39°N и 10°S, а корреляция изучаемых процессов в них отрицательна.

Поскольку для многих из этих районов значения коэффициентов корреляции изменений их среднегодовых ТПО и вариаций среднегодовых уровней моря в порту Керчь, превышают по модулю уровень 99% порога по критерию Стьюдента, адекватность выдвинутой гипотезы в отношении телеконнекций между изменениями этих характеристик изучаемых процессов подтверждена с достоверностью не ниже 0,99.

Аналогичные исследования выполнены также для месячных характеристик тех же процессов, которые соответствуют всем месяцам и временным сдвигам 0-11 месяцев. Эти исследования показали, что в Атлантике существуют многочисленные районы, для которых телеконнекции межгодовых изменений среднемесячных значений их ТПО с вариациями среднегодовых значений уровня моря значимы.

Установлено, что количество и расположение таких районов для каждого месяца существенно зависит от месяца, знака корреляции и временного сдвига между изучаемыми процессами. В качестве примера в таблице 2 для каждого месяца представлены соответствующие максимальные количества рассматриваемых

ТЕЛЕКОННЕКЦИИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ В КЕРЧИ И ТЕМПЕРАТУР АТЛАНТИКИ

квадратов всей акватории Атлантики, имеющих размеры $5^{\circ} \times 5^{\circ} (\Lambda_{\max})$ а также соответствующих временных сдвигов (Δ).

Таблица 2.

Максимальные значения количеств квадратов всей акватории Атлантики, для которых телеконнекции межгодовых изменений среднемесячных значений их ТПО с вариациями уровней моря в порту Керчь в том или ином месяце значимы, а также соответствующие временные сдвиги

месяц	Δ (мес.)	Λ_{\max}
январь	1	52
февраль	0	57
март	1	73
апрель	1	64
Май	1	67
июнь	4	55
июль	2	43
август	0	45
сентябрь	3	58
октябрь	0	32
ноябрь	1	33
декабрь	0	54

Из таблицы 2 следует, что временные сдвиги, при которых влияние межгодовых изменений среднемесячных ТПО районов Атлантики на вариации среднемесячных значений уровня Черного моря в порту Керчь является наиболее сильным, не превышают 4 месяцев, но для большинства месяцев составляют 0-1 месяц. При этом количество рассматриваемых районов максимально в марте (73).

Расположения районов Атлантики, где межгодовые изменения среднемесячных значений ТПО значимо связаны с вариациями среднемесячных значений уровня Черного моря в порту Керчь, не случайны. Они соответствуют положению ее основных поверхностных течений, относящихся к Тропическому климатическому поясу Северного полушария.

В таблице 3 представлены максимальные значения количеств квадратов всей акватории Атлантики ($\Lambda_{\max+}$, $\Lambda_{\max-}$), для которых корреляция межгодовых изменений среднемесячных значений их ТПО с вариациями уровня моря в порту Керчь в том или ином месяце значимо положительна и значимо отрицательна, а также соответствующие временные сдвиги (Δ).

Из таблицы 3 видно, что временные сдвиги, которым соответствуют наибольшие количества районов Атлантики с значимой положительной и значимой отрицательной корреляцией межгодовых изменений ТПО и вариаций уровня моря в порту Керчь существенно зависят от месяца и как правило различаются, как и сами эти количества. При этом максимальное число районов, которым соответствует

значимая положительная корреляция изменений их ТПО и уровня моря в Керчи, приходится на май ($\Delta=1$ мес.). Максимальное количество квадратов, которым соответствует значимая отрицательная корреляция изменений их ТПО и уровней моря в Керчи приходится на декабрь (25, $\Delta=0$).

Таблица 3.
Максимальные значения количеств квадратов всей акватории Атлантики ($\Lambda_{\max+}$, $\Lambda_{\max-}$), а также соответствующие временные сдвиги (Δ)

№ месяца	$\Lambda_{\max+}$	Δ (мес.)	$\Lambda_{\max-}$	Δ (мес.)
1	36	2	17	0
2	35	0	22	0
3	50	1	24	2
4	45	1	22	0
5	54	1	13	1
6	39	4	16	4
7	39	1	7	3
8	39	0	8	3
9	38	2	21	3
10	26	0	6	0
11	17	0	17	1
12	29	0	25	0

Нетрудно заметить, что во все месяцы, кроме ноября, выявленных квадратов, которым соответствует положительная корреляция изучаемых процессов существенно больше.

Как видим, в Атлантическом океане действительно существуют районы, в которых межгодовые изменения среднемесячных значений их ТПО значимо связаны с вариациями среднемесячных уровней моря в порту Керчь, которые запаздывают по отношению к ним как минимум на 0- 11 месяцев. При этом по мере увеличения сдвигов (запаздываний) свыше указанных в таблицах 2, 3 оптимальных значений, соответствующих номеру месяца, суммарные площади подобных районов, в большинстве случаев, уменьшаются, как и значения соответствующих им коэффициентов корреляции.

Анализ полученных результатов показал, что в ряде случаев имеет место соответствие между расположениями районов Атлантики, в которых на вариации уровня моря в порту Керчь, относящиеся к некоторому месяцу, значимо влияют межгодовые изменения их ТПО, опережающие их на разное время Δ .

Выявленные особенности убедительно подтверждают адекватность выдвинутой гипотезы и свидетельствуют о целесообразности учета результатов мониторинга ТПО выявленных районов Атлантики при моделировании изменений среднемесячных значений уровня Черного моря в порту Керчь, а также вероятно, и

ТЕЛЕКОННЕКЦИИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ В КЕРЧИ И ТЕМПЕРАТУР АТЛАНТИКИ

в порту Крым, а также при их прогнозировании с упреждениями, достигающими как минимум 11 месяцев.

ВЫВОДЫ

Таким образом, установлено, что в Атлантическом океане существуют многочисленные районы, для которых телеконнекции межгодовых изменений среднегодовых и среднемесячных значений их ТПО в любые месяцы, а также вариаций оцененных за соответствующие периоды времени уровней Черного моря в порту Керчь, являются статистически значимыми. Последнее позволяет утверждать, что с достоверностью не ниже 0,99 выдвинутая гипотеза адекватна.

Расположения областей, локализующих подобные районы, зависят от знака корреляции между изучаемыми процессами (который как правило положителен). При этом они соответствуют положениям акваторий, через которые проносят свои воды крупнейшие поверхностные течения Атлантики, что позволяет допускать причинный характер выявленных телеконнекций.

Характеристики телеконнекций между изменениями среднемесячных ТПО и вариациями уровней Черного моря в порту Керчь в том или ином месяце зависят также от номера месяца и временного сдвига начал соответствующих временных рядов. При этом по мере увеличения указанного сдвига, количества районов, для которых телеконнекции являются значимыми, в начале увеличиваются, а далее, уменьшаются. Тем не менее, подобные районы существуют при любых сдвигах, достигающих 11 месяцев, что свидетельствует о целесообразности учета выявленных закономерностей при решении ряда актуальных задач прогнозирования.

Список литературы

1. Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее, будущее. М: ГЕОС, 1999. 299 с.
2. Берд Э. Ч. Ф. Изменения береговой линии: глобал. обзор / перевод с англ. Д. Д. Бадюкова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. 254 с.
3. Robert J. Nicholls, Richard Tol Impacts and responses to sea-level rise: a global analysis of the SRES scenarios over the twenty-first century // *Phil. Trans. R. Soc. A.*, 2006, Апрель (т. 364, № 1841). С. 1073–1095.
4. Шуйский Ю.Д., Андрианова О.Р. Сравнение многолетних тенденций изменения уровня на станциях Черного и Азовского морей // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. научн. тр. Севастополь, 2013. Вып.27. Т.1. С. 388–393.*
5. Богуславский С.Г., Кубриков А.И., Иваненко И.К. Изменения уровня Черного моря // *Морской гидрофизический журнал*, 1997. № 3. С. 47–57.
6. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. 210 с.
7. Благоволин Н.С., Победоносцев С.В. Современные вертикальные движения берегов Черного и Азовского морей // *Геоморфология*, 1973. № 3. С. 46–55.
8. Рева Ю.С. Межгодовые колебания уровня Черного моря // *Океанология*, 1997. Т. 37. №2. С. 211–219.
9. Полонский А. Б. Роль океана в современных изменениях климата // *Морской гидрофизический журнал*, 2001. №6. С. 32–42.

10. Salby M. L. Fundamentals of Atmospheric Physics/ M. L. Salby. – New York: Academic Press, 1996. 560 p.
11. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. 3-е изд. // М: Диалектика, 2007. 912 с.
12. Крамер Г. Математические методы статистики. М: Мир, 1999. 548 с.
13. База данных об изменениях поверхностных температур различных районов Атлантического океана <http://wxweb.meteostar.com/SST/index.shtml&point=730>
14. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и ее применение. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. 128 с.

TELEKONNEKTSII INTERANNUAL CHANGES IN SEA LEVEL OF KERCH AND TEMPERATURES OF ATLANTIC

Kholoptsev A.V., Zakharenkova L.S.

ANEO Sevastopol sea academy

E-mail: kholoptsev@mail.ru, zakharenkova_888@list.ru

There have been identified teleconnection interannual changes of mean annual and monthly averages of the Black sea level in the port of Kerch and variations of surface temperatures of some regions of the Atlantic ocean, which during the period after 1973 are statistically significant. The seasonal changes of the location of such areas was investigated, which allow to presume the existence of their causal relationship with the major surface currents of the Atlantic.

Thus, it is researched that in the Atlantic ocean there are numerous areas for which teleconnection interannual changes of mean annual and mean monthly values of their TVET in any months, as well as variations estimated for the respective time periods of levels of the Black sea in the port of Kerch, are statistically significant. The latter suggests that with certainty is not lower than 0.99 put forward the hypothesis is adequate.

The location of the fields, the confinement of such regions depend on the sign of correlation between the studied processes (which is usually positive). However, they are consistent with the provisions of the waters, through which their waters are carrying major surface currents of the Atlantic, that allows to assume the causal nature of the identified teleconnection.

Characteristics of teleconnection between the average monthly changes in SST and the variations of the levels of the Black sea in the port of Kerch in a particular month also depends on the month as a number and time shift started of the respective time series. At the same time as increases the specified shift number of areas for which teleconnection are significant, early increase and later decrease. However, such areas exist for any shifts, up to 11 months, indicating the appropriateness of accounting regularities revealed in solving a number of topical problems of forecasting.

Keywords: teleconnection, sea level, surface temperature, Atlantic ocean, trend, correlation.

References

1. Kaplin P.A., Selivanov A.O. *Izmeneniya urovnja morej Rossii i razvitie beregov: proshloe, nastojashhee, budushhee* (Changes of level of Maureies of Russia and development of banks: the pas, nastoyashee, future). М: GEOS (Publ.), 1999. 299 s.

ТЕЛЕКОННЕКЦИИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ В КЕРЧИ И
ТЕМПЕРАТУР АТЛАНТИКИ

2. Berd Je. Ch. F. *Izmenenija beregovoj linii: global. Obzor (Changes a coastline: global. review) / perevod s angl. D. D. Badjukova. Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1990. 254 s.*
3. Robert J. Nicholls, Richard Tol *Impacts and responses to sea-level rise: a global analysis of the SRES scenarios over the twenty-first century // Phil. Trans. R. Soc. A., 2006, April' (t. 364, № 1841). S. 1073–1095.*
4. Shujskij Ju.D., Andrianova O.R. *Sravnenie mnogoletnih tendencij izmenenija urovnja na stancijah Chernogo i Azovskogo morej (Comparison of long-term tendencies of change of level on the stations of Black and Azovskogo Maureies) // Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa: sb. nauchn. tr. Sevastopol', 2013. Vyp.27. T.1. S. 388–393.*
5. Boguslavskij S.G., Kubrikov A.I., Ivanenko I.K. *Changes of the Black sea level. Morskoj gidrofizicheskij zhurnal (Marine hydrophysical journal), 1997. № 3. S. 47–57.*
6. Gorjachkin Ju.N., Ivanov V.A. *Uroven' Chernogo morja: proshloe, nastojashee i budushhee (Black sea level: the pas, nastoyashee and future). Sevastopol': MGI NAN Ukrainy (Publ.), 2006. 210 s.*
7. Blagovolin N.S., Pobedonoscev S.V. *Modern vertical motions of banks of Black and Azovskogo Maureies. Geomorfologija (Geomorphology RAS), 1973. № 3. S. 46–55.*
8. Reva Ju.S. *Interannual fluctuations of the Black sea level. Okeanologija (Oceanology), 1997. T. 37. №2. S. 211–219.*
9. Polonskij A. B. *A role of ocean is in the modern changes of climate. Morskoj gidrofizicheskij zhurnal (Marine hydrophysical journal), 2001. №6. S. 32–42.*
10. Salby M. L. *Fundamentals of Atmospheric Physics/ M. L. Salby. – New York: Academic Press (Publ.), 1996. 560 p.*
11. Drejper N., Smit G. *Prikladnoj regressionnyj analiz. Mnozhestvennaja regressija. 3-e izd. (Applied regressive analysis. Multiple regression. 3th publ.) // M: Dialektika (Publ.), 2007. 912 s.*
12. Kramer G. *Matematicheskie metody statistiki (Mathematical methods of statistics). M: Mir (Publ.), 1999. 548 s.*
13. *Baza dannyh ob izmenenijah poverhnostnyh temperatur razlichnyh rajonov Atlanticheskogo okeana (Database about the changes of superficial temperatures of different districts of the Atlantic ocean) <http://wxweb.meteostar.com/SST/index.shtml&point=730>*
14. Skvorcov A. V. *Trianguljacija Delone i ee primenenie (Triangulation of Delone and its application). Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta (Publ.), 2002. 128 s.*

Поступила в редакцию 21.01.2015 г.