

## ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ

УДК 911

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.27969

**СПЕКТРЫ МЕЖГОДОВЫХ ВАРИАЦИЙ СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА**

© А. В. Холопцев, Д. А. Астафьева

*Изучены изменения амплитуд различных составляющих энергетических спектров изменчивости сумм выпадающих в п. Ялта и Феодосия атмосферных осадков, которые рассчитаны в целом за год, а также за его холодный и теплый сезон. Установлено, что перемены климата ЮБК, произошедшие в период с 1870 по 2013 г.г., привели к существенным изменениям рассматриваемых энергетических спектров. Показано, что тенденции изменения амплитуд различных составляющих изучаемых спектров зависят от географического положения пунктов наблюдения.*

*Ключевые слова: Южный берег Крыма, атмосферные осадки, ландшафтные комплексы, суммы осадков.*

*The amplitudes changes of various components of energy spectra of precipitation amount variability falling in Yalta and Feodosia which are calculated for the whole year, as well as for its cool and warm season are studied. It is shown that the SCC climate change occurred in the period from 1870 to 2013 led to substantial changes of considered energy spectra. It is shown that trends in the amplitudes of various components of the studied spectra depend on the geographical location of the observation points.*

*Keywords: South Coast of Crimea, precipitation, landscape complexes, precipitation amount*

**1. Введение**

Вариации средней интенсивности атмосферных осадков, которые выпадают на территориях различных ландшафтных комплексов за год, а также за зимний и летний сезон, являются важнейшими природными факторами развития их биоценозов, экзогенных, водно-эрозионных процессов, а также изменений состояния их водных ресурсов. Поэтому совершенствование методик их моделирования и прогнозирования является актуальной проблемой физической географии, геофизики ландшафтов, а также безопасности жизнедеятельности их населения.

Согласно современным представлениям о факторах, вызывающих вариации рассматриваемой характеристики осадков [1], к числу значимых относятся многочисленные глобальные, крупномасштабные процессы в климатической системе планеты, а также региональные и местные процессы, параметры которых, вследствие усиления парникового эффекта, изменяются [2]. Так как многие из подобных факторов являются наблюдаемыми, рассматриваемые процессы принято рассматривать как случайные, многофакторные и нестационарные. Поскольку некоторые факторы, которые влияют на них, являются квазипериодическими процессами, обладающими разными спектрами, для описания изменений интенсивности атмосферных осадков –  $P(t)$  может быть применена математическая модель:

$$P(t) = \sum_1^N A_i(t) \sin(w_i t + \phi_i) + n(t), \quad (1)$$

где  $A_i(t)$  – амплитуда  $i$ -составляющей изучаемого процесса, являющаяся функцией времени;  $w_i$  – частота этой составляющей;  $\phi_i$  – ее начальная фаза;  $n(t)$  – сумма всех прочих случайных факторов изучаемого процесса, не являющихся периодическими [3].

Если ряды  $P(t)$  обладают достаточной длиной, при которой все составляющие данной модели могут быть разрешены по частоте, для нахождения  $A_i(t)$  могут быть использованы энергетические спектры этого процесса [4].

В большинстве случаев имеющихся экспериментальных данных об изменениях интенсивности атмосферных осадков в том или ином пункте мира, для определения соответствующего набора функций  $A_i(t)$  не достаточно. Вследствие чего эффективность моделирования и прогнозирования  $P(t)$  с использованием модели (1) далеко не всегда удовлетворяет потребностям практики.

Поэтому значительный теоретический и практический интерес представляет изучение особенностей данных функций для того или иного региона.

Наибольший интерес решение указанной задачи представляет для регионов, которые, в силу присущих им природных условий, обладают высоким рекреационным потенциалом и традиционно используются как курорты. Одним из них является Южный берег Крыма (далее ЮБК), включающий участки побережья Крымского полуострова, расположенные у подножья главной гряды Крымских гор, между мысом Сарыч на западе и мысом Фонарь на востоке [5].

Для идентификации функций  $A_i(t)$  необходимы временные ряды результатов мониторинга изучаемого процесса, которые имеют максимально возможную длину. На ЮБК такие ряды получены на метеостанциях Ялта (с 1870 г.) и Феодосия (с 1881 г.).

## 2. Литературный обзор

Исследованиям закономерностей изменчивости годовых и месячных сумм выпадающих здесь атмосферных осадков, а также их климатических норм и трендов, посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов. Представления об основных закономерностях, определяющих климатические нормы рассматриваемых характеристик в некоторых пунктах ЮБК, а также их сезонную и межгодовую изменчивость, сложившиеся к началу 90-х годов XX века, содержится в [6].

Особенности вариаций погодных условий на ЮБК, других районах Крыма, а также в различных регионах Украины, которые происходили на протяжении XX века под влиянием крупномасштабных изменений атмосферной циркуляции, рассмотрены в [7].

Современные взгляды на роль различных физико-географических факторов в изменениях характеристик атмосферных осадков, выпадающих в рассматриваемом регионе, изложены в [8–12]. Из них следует, что характеристики статистических связей этих изменений и подобных факторов существенно зависят от времени года, а также географических координат пунктов наблюдения. Последнее свидетельствует о том, что к числу характеристик данных процессов могут относиться не только их климатические нормы и тренды, но и энергетические спектры тех или иных фрагментов их временных рядов [13].

Упомянутые характеристики для каждого пункта наблюдения описывают распределение по частоте энергии колебаний интенсивности выпадающих в нем атмосферных осадков, суперпозиция которых формирует регистрируемые в нем ее изменения.

Популяции многих видов живых существ, которые успешно развиваются на некоторой местности, адаптированы к характерному для нее режиму выпадения атмосферных осадков. Популяции, для которых свойственна для этой местности изменчивость интенсивности увлажнения не является благоприятной, как правило, деградируют и погибают [14]. Оползневые, абразионные и многие другие экзогенные геологические процессы изменяют свою интенсивность циклически, а их амплитуда зависит от того совпадают ли периоды их собственных колебаний с периодами вариаций интенсивности атмосферных осадков. При наличии подобных совпадений соответствующий процесс существенно активизируется и может достичь катастрофических масштабов [15]. В результате, изменения спектра изменчивости интенсивности атмосферных осадков,

выпадающих на некоторой местности, не только вызывает изменения интенсивности развития на ней различных популяций организмов, образующих ее биоценоз, но также влияет на динамику всех компонентов ее ландшафта.

Так как развитие одних компонентов ландшафтов в большей степени зависит от интенсивности атмосферных осадков, выпадающих в холодный период года, а других – в теплый, существенный теоретический и практический интерес представляет изучение изменений спектров их сумм, выпадающих на ЮБК за год, а также за зимние и летние сезоны.

Для ЮБК холодный сезон начинается, как правило, в ноябре и заканчивается в марте, а теплый сезон продолжается с мая по сентябрь [5]. Временные ряды месячных сумм атмосферных осадков, соответствующие эти месяцам для пунктов Ялта, Феодосия и Херсонесский маяк, получены за период более 100 лет, что позволяет для них изучить упомянутые закономерности. Тем не менее, ранее подобных исследований здесь не проводилось, что не позволяет учесть их результаты при моделировании и прогнозировании развития ландшафтов различных частей данного региона.

Учитывая это, объектом исследования в данной работе являлись изменения режима выпадения атмосферных осадков в различных частях ЮБК, произошедшие за период с 1870 по 2013 г.

Предметом исследования являлись изменения энергетических спектров межгодовых вариаций сумм атмосферных осадков, выпадающих на ЮБК за год, а также теплый и холодный его период в 1870–2013 гг.

Целью работы является выявление изменений составляющих энергетических спектров межгодовых вариаций сумм атмосферных осадков, выпадающих в различных частях ЮБК в целом за год, а также за теплый и холодный его период в 1870–2013 гг.

## 4. Методика и фактический материал

Для достижения указанной цели рассматривались временные ряды месячных сумм атмосферных осадков в п. Ялта и Феодосия, полученные на расположенных в них метеостанциях за период 1870–2013 и 1896–2013 гг. соответственно [16, 17]. Все эти ряды описывают процессы, которые представляют собой сложные колебания, наложенные на возрастающие тренды. Значения угловых коэффициентов этих трендов составляют для п. Ялта 1.04 мм/год, для п. Феодосия 1.34 мм/год.

Годовые суммы осадков того или иного года определялись как сумма месячных сумм за все месяцы этого года с января по декабрь. При вычислении сумм осадков, соответствующих холодному периоду некоторого года учитывались месячные суммы для месяцев январь-март этого года и ноябрь, декабрь предыдущего года. Суммы осадков теплого периода рассматриваемого года вычислялись с учетом месячных сумм за май-сентябрь этого года.

При вычислении энергетических спектров временных рядов сумм осадков за год, а также его теплый и холодный периоды, использовалась

теорема Винера–Хинчина [18], которая связывает энергетический спектр случайного процесса и его автокорреляционную функцию через преобразование Фурье. Поэтому для каждого рассматриваемого ряда была рассчитана его автокорреляционная функция, после чего было выполнено упомянутое ее преобразование.

При вычислении автокорреляционных функций изучаемых процессов, соответствующих п. Ялта, рассматривались статистические связи фрагментов соответствующих временных рядов, для периода 1942–2013 гг., с фрагментами такой же длины, опережающими его по времени на 1, 2 и более лет. При аналогичных расчетах для п. Феодосия, изучались статистические связи фрагментов соответствующих временных рядов за 1953–2013 гг., со всеми предыдущими их фрагментами равной длины. Значения автокорреляционных функций для обоих пунктов вычислялись для временных сдвигов между рассматриваемыми фрагментами, достигающих 56 лет.

Поскольку рассматриваемые процессы не являются стационарными, преобразование Фурье от полученных таким образом их автокорреляционных функций позволяет получить лишь их усредненный спектр. Амплитуда каждой составляющей такого спектра фактически представляет собой среднее значение амплитуд соответствующих составляющих, энергетических спектров изучаемых процессов, которые рассчитаны для всех возможных отрезков времени, имеющих одинаковую длину и различающихся годом своего начала.

Учитывая условия разрешимости спектральных составляющих всех полученных таким образом автокорреляционных функций, длина каждой их части, для которой проводились вычисления, выбиралась превышающей в четыре раза значение периода рассматриваемой составляющей.

Поскольку, как уже упоминалось выше, длины фрагментов временных рядов, использованных при вычислении автокорреляционных функций, для п. Ялта и Феодосия, составляют соответственно 72 и 61 год, продолжительности отрезков времени (П), которым соответствует вычисленные значения изучаемых характеристик, определены из соотношений:

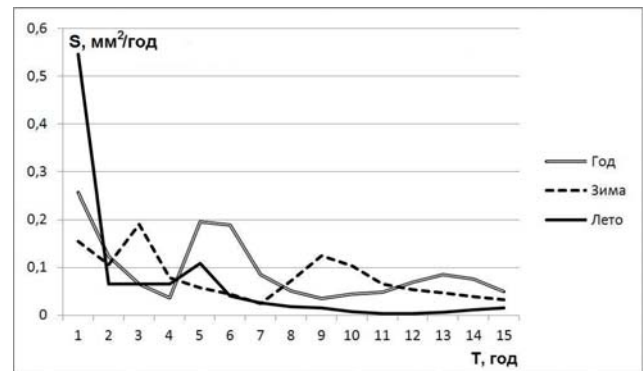
$$\text{Ялта} - П=72+4Т; \text{ Феодосия} - П=61+4Т.$$

Для всех составляющих энергетических спектров изучаемых процессов рассмотрены зависимости их амплитуд от года начала отрезка времени, которому они соответствуют.

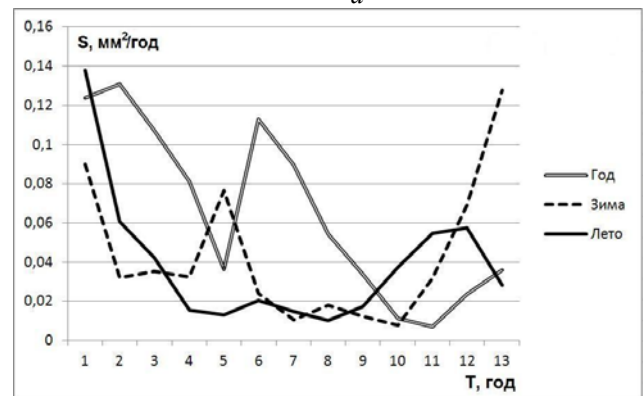
### 5. Результаты исследований

В соответствии с описанной методикой рассчитаны усредненные энергетические спектры временных рядов сумм атмосферных осадков в пунктах Ялта и Феодосия, которые вычислены в целом за год, а также за его холодный и теплый сезоны. Эти спектры в виде соответствующих периодограмм (зависимостей амплитуд

составляющих спектров от их периодов) приведены на рис. 1, а, б.



а



б

Рис. 1. Усредненные энергетические спектры временных рядов сумм атмосферных осадков в рассматриваемых пунктах в целом за год (ряд 1), а также его холодный (ряд 2) и теплый (ряд 3) сезоны: а – Ялта; б – Феодосия

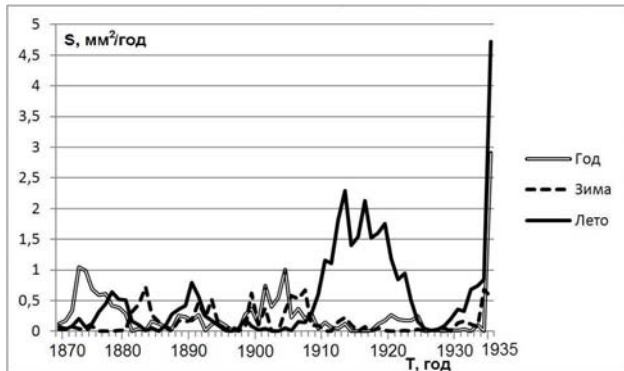
Из рис. 1 видно, что усредненные энергетические спектры фрагментов временных рядов годовых сумм атмосферных осадков для рассматриваемых пунктов существенно различаются. Это подтверждает значимость влияния на изучаемые процессы местных факторов, к числу которых относится географическое положение пункта наблюдения.

Для всех спектральных составляющих автокорреляционных функций рассматриваемых процессов с периодами Т от 2 до 14 лет построены зависимости, рассчитанных в скользящем окне длиной 4Т их амплитуд, от года начала этого окна. Анализ полученных результатов показал, что характер этих зависимостей существенно зависит от пункта ЮБК, а также процесса которому они соответствуют. В качестве примера, на рис. 2 приведены упомянутые зависимости для составляющих с периодом 2 года.

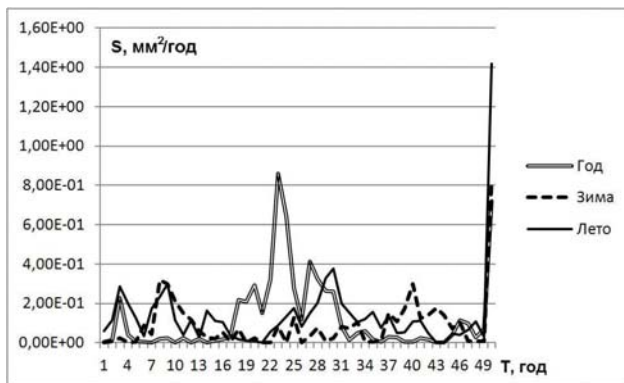
Из рис. 2, а видно, что для п. Ялта наибольшие уровни рассматриваемой характеристики соответствуют временному ряду сумм атмосферных осадков теплого сезона и отрезкам времени продолжительностью 80 лет, начинающимся с 1913–1925 гг, а также с 1934 года.

Рис. 2, б показывает, что для п. Феодосия максимальный уровень изучаемой характеристики

соответствуют временному ряду сумм атмосферных осадков теплого сезона и окну, начинающемуся с 1945 года. Из данного рисунка следует также, что значительный уровень имеют амплитуды составляющей с периодом 2 года энергетического спектра изменений годовых сумм атмосферных осадков, которые соответствуют отрезкам времени, начинающимся с 1913–1925 гг, а также с 1936 года.



а



б

Рис. 2. Зависимости амплитуд составляющих с периодом 2 года энергетических спектров изменений сумм атмосферных осадков, которые соответствуют всему году (ряд 1), а также его холодному (ряд 2) и теплему (ряд 3) сезонам, от года начала отрезка времени, для которого они рассчитаны: а – Ялта; б – Феодосия

Сопоставление рис. 2, а, б позволяет заключить, что в обоих пунктах ЮБК наибольшие значения амплитуды составляющих спектра изменчивости сумм атмосферных осадков с периодом 2 года, соответствуют отрезку времени после 1934 года. При этом преобладают их значения для временных рядов сумм атмосферных осадков теплого сезона. Следовательно в указанный период в ландшафтных комплексах ЮБК могла произойти активизация процессов, зависящих от изменчивости сумм атмосферных осадков теплого периода, и характеризующихся значениями периодов собственных колебаний, которые близки к 2 годам.

Полученный результат позволяет предположить, что на каком то интервале времени, относящемся к периоду 1936–2013 гг., являлись значимыми статистические связи рассматриваемых процессов, а также Квазидвухлетней осцилляции

[19]. Для проверки адекватности этого предположения изучена зависимость коэффициента парной корреляции совпадающих по времени фрагментов временных рядов годовых сумм атмосферных осадков в п. Ялта, а также индекса Квазидвухлетней осцилляции [20] от года их начала. Длина этих фрагментов была выбрана равной продолжительности цикла Брюкнера [21]. Упомянутая зависимость отображена на рис. 3.

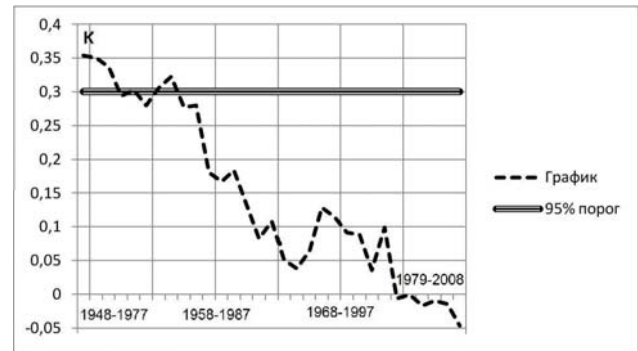


Рис. 3. Зависимость от года начала 33-летних фрагментов совпадающих по времени временных рядов годовых сумм атмосферных осадков в п. Ялта, а также индекса Квазидвухлетней осцилляции

Из рис. 3 видно, что на интервалах времени указанной продолжительности, которые начинались с 1948–1955 гг. (а по-видимому и ранее) статистические связи рассматриваемых процессов действительно являлись значимыми. Для всех указанных фрагментов данных временных рядов вывод о значимости связи между ними характеризуется статистической достоверностью не ниже 95% по критерию Стьюдента.

На таких же интервалах времени, начинающихся с 1956 г. и позже сила связи этих процессов снижалась и ныне существенной не является. Причины подобных изменений нуждаются в дальнейшем изучении, но факт их наличия сомнений не вызывает.

Установлено, что тенденция к резкому увеличению в период после 1936 г. амплитуд составляющих энергетических спектров рассматриваемых процессов на ЮБК характерна для большинства из них. Тем не менее имеются их составляющие, изменения амплитуд которых были противоположными.

Как подтверждение этого тезиса, на рис. 4 приведены зависимости от года начала отрезков времени, которым они соответствуют, амплитуд составляющих с периодом 6 лет энергетических спектров изменений рассматриваемых характеристик атмосферных осадков в п. Ялта.

Из рис. 4 следует, что в п. Ялта амплитуды составляющих энергетического спектра изменчивости годовых сумм атмосферных осадков, которые характеризуются периодом 6 лет, достигали максимального уровня на отрезке времени 1890–1985 гг.

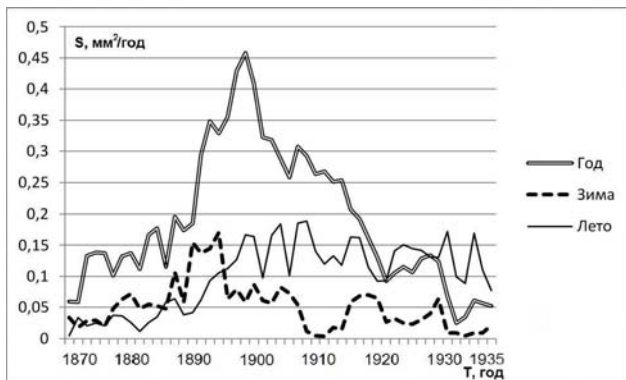


Рис. 4. Зависимости от года начала отрезков времени, которым они соответствуют, амплитуд составляющих с периодом 6 лет энергетических спектров изменений сумм атмосферных осадков в п. Ялта для всего года (ряд 1), а также его холодного (ряд 2) и теплого (ряд 3) сезонов

На последующих отрезках времени аналогичной продолжительности, в том числе и на отрезке, включающем современный период, уровни данной характеристики устойчиво снижаются. Снижаются и уровни амплитуд таких же составляющих спектров изменчивости сумм атмосферных осадков холодного сезона. При этом уровни амплитуд аналогичных составляющих сумм атмосферных осадков теплого сезона для фрагментов, начинающихся после 1890 года в среднем остаются практически неизменными. Из этого следует, что, по видимому, сохраняют свою интенсивность в ландшафтных комплексах ЮБК, для которых репрезентативным является п. Ялта, лишь физико-географические процессы, на которые ощутимо влияют изменения сумм атмосферных осадков теплого сезона с периодами 6 лет. В тоже время интенсивность процессов, которые обусловлены такими же составляющими изменений годовых сумм осадков, а также сумм осадков холодного сезона, в подобных ландшафтных комплексах вероятно снижается. Аналогичные особенности выявлены для составляющих спектров изучаемых процессов в п. Ялта с периодами 7, 8 и 12 лет, а в п. Феодосия для составляющих с периодом 8 лет.

Сопоставление рассматриваемых зависимостей, соответствующих различным периодам спектральных составляющих, показало, что при их значениях менее 6 лет в современном периоде наиболее существенно увеличиваются амплитуды составляющих спектров изменчивости сумм атмосферных осадков теплого сезона. При значениях этих периодов, превышающих 10 лет, более ощутимо увеличиваются амплитуды составляющих спектров изменчивости сумм атмосферных осадков холодного сезона, а также годовых.

Полученные результаты соответствуют представлениям [22] об активизации в период современного потепления климата ряда экзогенных геологических и других катастрофических процессов на территории Украины, а также в Крыму. Они свидетельствуют об актуальности исследований,

направленных на выявление причин изменений силы связи режима изменени атмосферных осадков на ЮБК с различными внешними факторами, а также установление значений собственных частот различных компонентов тех или иных его ландшафтных комплексов. Осуществление подобных исследований позволит выявить в них процессы, которые происходящие климатические изменения способны активизировать, либо напротив, затормозить, что повысит адекватность прогнозов их развития.

## 6. Выводы

Таким образом установлено:

1. Перемены климата ЮБК, произошедшие в период с 1870 по 2013 гг., проявились в существенных изменениях амплитуд различных составляющих энергетических спектров вариаций сумм выпадающих в данном регионе атмосферных осадков, которые соответствуют в целом году, а также за его холодному и теплому сезону.

2. Тенденции изменения амплитуд различных составляющих энергетических спектров указанных процессов зависят от географического положения пунктов, где велись наблюдения, а также значений их периодов.

3. Наиболее существенное увеличение амплитуд большинства составляющих изучаемых спектров произошло в период после 1936 года, что соответствует представлениям [22]. Причиной подобного увеличения амплитуд их составляющих с периодами 2-3 года на данном отрезке времени явилось, имевшее место в начале его, усиление влияния на режим выпадения атмосферных осадков на ЮБК Квазидвухлетней осцилляции.

4. Наряду с подобными составляющими существуют и такие, для которых амплитуды в этот период существенно уменьшились. Для п. Ялта это составляющие с периодами 6–9 и 12 лет, а для п. Феодосия составляющие с периодами 8 лет.

5. Актуальной проблемой в области прогнозирования развития ландшафтных комплексов под влиянием климатических факторов является выявление среди их компонентов таких, которым свойственны резонансные реакции на внешние воздействия, а также оценка значений периодов их собственных частот.

## Литература

- Хромов, С. П. Метеорология и климатология [Текст] / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – Изд-во МГУ, 2006. – 583 с.
- Climate Change 2007 – Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to Assessment Report Four of the Intergovernmental Panes of Climate Change (IPCC) [Text] / Cambridge University Press. – Cambridge, UK, 2007. – 973 p.
- Ван Трисс, Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции. Обработка сигналов в радио- и гидролокации. Т. 3 [Текст] / Г. Ван Трисс; под ред. В. Т. Горяинова. – М.: Сов. радио, 1975. — 740 с.
- Дженкинс, Г. Спектральный анализ и его приложения [Текст] / Г. Дженкинс, Д. Ваттс. – М.: Мир, 1971 – Т. 1. – 316 с.; 1972. – Т. 2. – 288 с.



5. Позаченюк, Е. А. Современные ландшафты Крыма и сопредельных территорий [Текст] / Е. А. Позаченюк. – Симферополь. Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.

6. Гидрология и гидрохимия морей. Т. IV. Черное море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия [Текст] / под ред. А. И. Симонова, Э. Н. Альтмана. – СПб.: Гидрометеоздат, 1991. – 429 с.

7. Мартазінова, В. Ф. Зміни великомасштабної атмосферної циркуляції повітря протягом ХХ століття та її вплив на погодні умови і регіональну циркуляцію повітря в Україні [Текст] / В. Ф. Мартазінова, Т. О. Свєрдлик // Український геогр. журнал. – 2001. – № 2. – С. 28–34.

8. Маринич, О. М. Фізична географія України [Текст] / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К.: Знання, 2003. – 479 с.

9. Клімат України [Текст] / під ред. В. М. Липінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К.: Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.

10. Воскресенская, Е. Н. Изменчивость климатических характеристик курортных местностей Черного и Средиземного морей под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера [Текст] / Е. Н. Воскресенская. – Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон, и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2003. – С. 39–48.

11. Волошук, В. М. Вплив загального потепління клімату на середнє річне інтенсивність атмосферних опадів в Україні [Текст] / В. М. Волошук, С. Г. Бойченко // Доповіді НАНУ. – 1998. – № 6. – С. 125–130.

12. Бойченко, С. Г. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних змін клімату. [Текст] / С. Г. Бойченко. – К.: Наук. думка, 2008. – 311 с.

13. Шуйский, Ю. Д. Сравнительный анализ спектров межгодовой изменчивости среднегодовой температур и годовых сумм атмосферных осадков в Одессе в период с 1894 по 1964 гг. и с 1936 по 2006 гг. [Текст] / Ю. Д. Шуйский, А. В. Холопцев, Т. С. Панькова // Причорноморський екологічний бюлетень. 2011. – С. 126–130.

14. Вальтер, Г. Общая геоботаника [Текст] / Г. Вальтер. – М.: Мир, 1982. – 264 с.

15. Колесникова, А. А. Циклический характер изменчивости гидролого-гидрохимических параметров Куяльницкого лимана (Северное Причерноморье) [Текст] / А. А. Колесникова, И. В. Носырев, В. И. Шмуратко // Доповіді НАН України. – 1997. – № 8. – С. 123–128.

16. Климатические данные по станциям Крымского полуострова [Текст] : арх. док. / К.: Гидрометеорологическая обсерватория, 2009. – 238 с.

17. Погода в 243 странах мира [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www/rp5.ru>

18. Рытов, С. М. Введение в статистическую радиопфизику. Ч. 1. Случайные процессы [Текст] / С. М. Рытов. – М. Наука, 1976. – 491 с.

19. Хайруллина, Г. Р. Квазидвухлетние колебания в атмосфере Земли. Обзор: наблюдение и механизмы формирования [Текст] / Г. Р. Хайруллина, Н. М. Астафьева. – М.: ИКИ РАН, 2011. – С. 1–60.

20. Climate Indices: Monthly Atmospheric and Ocean Time Series [Electronic resource] / Available at: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/>

21. Куликова, В. В. История Земли в галактических и солнечных циклах. [Текст] / В. В. Куликова, В. С. Куликов, Я. В. Бычкова. – Петрозаводск. ИЦ РАН, 2005. – 250 с.

22. Бойченко, С. Г. Ефект різкого підвищення повторюваності катастрофічних процесів та явищ природи на території України при глобальному потеплінні, або

похолоданні клімату [Текст] / С. Г. Бойченко, В. М. Волошук // Доповіді НАН України. – 2001. – № 5. – С. 105–112.

### References

1. Khromov, S. P., Petrosyants, M. A. (2006). Meteorology and climatology. Moscow State University, 583.

2. Climate Change 2007 – Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to Assessment Report Four of the Intergovernmental Panes of Climate Change (IPCC) (2007). Cambridge University Press. Cambridge, UK, 973.

3. Van Triss, G.; Goryainova V. T. (Ed.) (1975). Theory of detection, evaluation and modulation. Signal processing in radar and sonar. Vol. 3. Moscow: Sov. Radio, 740.

4. Jenkins, G., Watts, D. (1971). Spectral analysis and its application. Moscow: World, 316.

5. Pozachenyuk, E. (2009). A Modern Landscapes of Crimea and adjacent territories. Simferopol. Business-Inform, 672.

6. Simonov, A. I., Altman, E. N. (Ed.) (1991). Hydrology and hydrochemistry of the seas. T. IV. Black Sea. Issue 1. Hydrometeorological conditions. SPb.: Gidrometeoizdat, 429.

7. Martazinova, V. F., Sverdlyk, T. O. (2001). Changes of large-scale atmospheric circulation of air during the twentieth century and its impact on regional weather conditions and air circulation in Ukraine. Ukrainian Geography. magazine, 2, 28–34.

8. Marynych, A. M., Shischenko, P. G. (2003). Physical Geography of Ukraine. Kiev: Znanya, 479.

9. Lipinski, V. M., Dyachuk, V. A., Babichyenko, V. M. (Ed.) (2003). Climate of Ukraine. Kiev: Rayevskogo Publishers, 343.

10. Voskresenskaya, E. N. (2003). Climate variability characteristics resort areas of the Black Sea and the Mediterranean under the influence of global processes in the ocean-atmosphere system. Ecological safety of coastal and shelf areas, and comprehensive utilization of resources of the shelf. Sevastopol, 39–48.

11. Voloshchuk, V., Bojchenko, S. G. (1998). Effect of general warming on the intensity of the average annual precipitation in Ukraine. Reports NANU, 6, 125–130.

12. Bojchenko, S. G. (2008). Semi-empirical models and scenarios of global and regional climate change. Kiev: Sciences. opinion, 311.

13. Shuysky, Y. D., Holoptsev, A. V., Pankova, T. S. (2011). Comparative analysis of the spectra of the interannual variability of average annual temperature and annual precipitation in Odessa during the period from 1894 to 1964. and from 1936 to 2006. Prichornomorsky ekologichny bulletin. Berezen, 126–130.

14. Walter, G. (1982). Gross geobotany. Wiley, 264.

15. Kolesnikova, A. A., Nosyrev I. V., Shmuratko, V. I. (1997). Cyclical nature of the variability of hydrological and hydrochemical parameters Kuyal'nitskogo estuary (Northern Black Sea Coast). Dopovidi NAS of Ukraine, 8, 123–128.

16. Climatic data for the stations of the Crimean peninsula (2009). Kiev: Hydrometeorological Observatory, 238.

17. Weather in 243 countries around the world (Electronic resource). Available at: <http://www/rp5.ru>.

18. Rytov, S. M. (1976). Introduction to Statistical Radiophysics, Part 1. Random processes. Moscow: Science, 491.

19. Khairullina, G. R., Astafeva, N. M. (2011). Kvazidvuhlenie fluctuations in the Earth's atmosphere. Overview: surveillance and mechanisms of formation.

Moscow.: IKI, 1–60.

20. Climate Indices: Monthly Atmospheric and Ocean Time Series. available at: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/>

21. Kulikova, V. V. Kulikov, V. S., Bychkova, Y. V. (2005). History of the Earth in the galactic and solar

cycles. Petrozavodsk. SC of RAS, 250.

22. Bojchenko, S. G., Voloschuk, V. M. (2001). Effect sharp increase in the frequency of catastrophic natural phenomena and processes in Ukraine in global warming, or climate cooling. Reports of NAS of Ukraine, 5, 105–112.

*Дата надходження рукопису 30.09.2014*

**Холопцев Александр Вадимович**, доктор географических наук, профессор, кафедра Судовождения и безопасности мореплавания, Севастопольская морская академия, ул. Рыбаков 7-а, г. Севастополь, Украина, 99055  
E-mail: [kholoptsev@mail.ru](mailto:kholoptsev@mail.ru)

**Астафьева Дарья Александровна**, магистрант, кафедра физики, Севастопольский национальный технический университет, ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99033