

СТАТИСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ КЛІМАТО-ГЕОГРАФІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПОДІЛУ ОПАДІВ ЛІТНЬОГО СЕЗОНУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Прокоф'єв О.М., Гончарова Л.Д.

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса
leggg0707@gmail.com, goncharova.luda.50@gmail.com

У статті наведені результати комплексного статистичного підходу до визначення клімато-географічних особливостей розподілу опадів літнього сезону та його зв'язок з основними індикаторами кліматичної мінливості Північної півкулі – Північно-Атлантичним коливанням (ПАК) та Північноморським-Каспійським коливанням (ПМКК). Предметом дослідження є місячна кількість опадів за червень, липень, серпень на 40 станціях України (рівномірно розташованих по її території) та індекси ПАК і ПМКК за період 1962-2006 рр. Використання багаторічних даних дозволило здійснити об'єктивну кластеризацію території України за місячною кількістю опадів літнього сезону. У червні та липні визначено по 5, а в серпні – 4 кластери, кожний з яких є фізично обґрунтованим. Для наочності в статті наведені регіональні статистичні моделі у вигляді карт-схем вірогідних (з імовірністю 90%) лінійних статистичних зв'язків між місячною кількістю літніх опадів на території України та Північно-Атлантичним і Північноморським-Каспійським коливаннями. Отримані результати є певним внеском у вивчення як теоретичних, так і практичних аспектів дослідження взаємозв'язків у кліматичній системі з використанням емпіричних даних. На основі наведених статистичних алгоритмів вдалося отримати напрямки макромасштабних взаємодій в системі океан-атмосфера в Атлантико-Європейському регіоні. Отримані карти-схеми дозволять (при складанні кліматичного прогнозу) зрозуміти вклад різних районів Північної півкулі в формування основного кліматичного показника зволоження на території України у літній сезон. Дослідження розподілу опадів в окремі сезони дозволяє визначити стан сучасного клімату, а отримані результати можуть бути враховані для вирішення конкретних соціально-економічних та природно-екологічних проблем, перспективного планування та адаптації різних галузей економіки України в умовах глобальних змін клімату. *Ключові слова:* клімат, кластерний аналіз, коефіцієнт кореляції, індикатори кліматичної мінливості, атмосферна циркуляція.

Statistical approach to solving the problems of climate and geographical features of the distribution of summer season distribution on the territory of Ukraine. Prokofiev O., Goncharova L.

The article presents the results of a comprehensive statistical approach to determining the climatic and geographical features of the summer season and its relationship with the main indicators of climate variability in the North Hemisphere – North Atlantic Oscillation (NAO) and North Sea-Caspian Pattern (NCP). The subject of the study is the monthly precipitation for June, July, August at 40 stations in Ukraine (evenly distributed throughout its territory) and the NAO and NPC indices for the period 1962-2006. The use of long-term data summer season. In June and July, 5 clusters were identified, and in August, 4 clusters, each of which is physically justified. For clarity, the article presents regional statistical models in the form of maps of probable (with a probability of 90%) linear statistical relationships between the monthly amount of summer precipitation in Ukraine and the North Atlantic and North Sea-Caspian fluctuations. The results are a contribution to the study of both theoretical and practical aspects of the study of relationships in the climate system using empirical data. On the basis of the given statistical algorithms it was possible to receive directions of macroscale interactions in the ocean-atmosphere system in the Atlantic-European region. The obtained maps-schemes will allow (when compiling the climate forecast) to understand the contribution of different regions of the Northern Hemisphere in the formation of the main climatic indicator of humidity in Ukraine in the summer season. The study of the distribution of precipitation in individual seasons allows to determine the state of the modern climate, and the results can be taken into account to address specific socio-economic and environmental problems, long-term planning and adaptation of various sectors of Ukraine in global climate change. *Key words:* climate, cluster analysis, correlation coefficient, indicators of climatic variability, atmospheric circulation.

Постановка проблеми. В останні десятиріччя вивчення клімату нашої планети та його мінливості набули чітко визначеної практичної значущості [1, 2]. На думку вітчизняних науковців [3-9] внаслідок глобального потепління клімат на території України стане різко змінюватися і тому кожне нове дослідження в цьому напрямі дасть можливість проаналізувати клімато-зумовлені природні ресурси, щоб забезпечити сталий соціально-економічний розвиток нашої країни. Дослідження змін та коливань температурно-вологісного режиму в цілому, а також окремих його характеристик, в цілях врахування

в сферах господарської діяльності, і розробка досконалих методів його прогнозування для різних територій України з великою завчасністю мають у теперішній час велике значення. І якщо в питанні змін приземної температури повітря вчені досягли єдиної думки, то відносно змін кількості опадів однозначної точки зору поки не існує. Але опади є основним джерелом зволоження земної поверхні і з цієї точки зору вони визначають стан багатьох природних ресурсів, які є складовою частиною економічних ресурсів (фактором виробництва) [3, 4, 5, 8]. Недооцінка деяких аспектів у формуванні атмосферних опадів при-

звела до того, що вони на сьогодні досліджені все ще недостатньо. Тому перед науковою спільнотою ставиться задача їх вивчення та прогнозування.

Актуальність даного дослідження полягає в необхідності визначення клімато-географічних особливостей розподілу одного з основних показників режиму зволоження будь-якої території, а саме атмосферних опадів, для раціонального природокористування, вирішення природно-екологічних проблем, перспективного планування та адаптації різних галузей економіки України до умов глобальних змін клімату.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконано відповідно до цілей, сформульованих в науково-дослідних роботах кафедр Гідрометеорологічного інституту Одеського державного екологічного університету з тем: «Режим опадів по регіонах України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть» (№ ДР 0111U000590); «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (№ ДР 00115U006532); «Комплексний метод ймовірносно-прогностичного моделювання екстремальних гідрологічних явищ на річках Півдня України для забезпечення сталого водокористування в умовах кліматичних змін» (№ ДР 0121U010964).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Динаміка режиму атмосферних опадів наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть та оцінка майбутніх змін і коливань річних, сезонних, місячних сум в різних регіонах України представлені в публікаціях українських вчених [3, 4-6, 8, 10-15]: Степаненка С.М. та ін. (2015, 2018); Польового А.М., Божко Л.Ю. (2015, 2018, 2021); Барабаш М.Б. та ін. (2004, 2007); Хохлова В.М. та ін. (2015, 2018); Лободи Н.С. (2015, 2018); Семенової І.Г. (2015, 2018); Івус Г.П. та ін. (2017, 2018); Гончарової Л.Д. (2010, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021), Прокоф'єва О.М. (2021). Результати досліджень відомих науковців вказують на суттєві регіональні зміни не тільки в часовому, а й у просторовому розподілі цього кліматичного показника. Особливо відчутні зміни реєструються у період другого глобального потепління клімату. А це потребує дослідження факторів, які впливають на кліматичну систему, з метою їх прогнозування для забезпечення сталого соціально-економічного розвитку України [4, 5, 8, 16-19].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Аналіз емпіричних даних та чисельне моделювання гідрометеорологічних параметрів вказує на те, що глобальне потепління клімату може змінити не тільки абсолютні значення температури повітря, а й атмосферних опадів, сезонний хід цих величин на території України і сприяти зміні видового складу рослинності та зміщенню природних зон в окремих її регіонах [4, 5, 8], Незважаючи на

те, що зміни найяскравіше простежуються для часового ряду приземної температури повітря, в останні роки багато уваги приділяється також і зміні режиму опадів, які на сьогодні досліджені все ще недостатньо. Ресурсний підхід до вивчення клімату, як одного з природних чинників, необхідний для розроблення вірогідних методів прогнозування метеорологічних явищ та ефективних заходів запобігання значних економічних збитків. Для визначення природи складних гідрометеорологічних процесів необхідне подальше всебічне їх дослідження, удосконалення і збільшення інформаційної бази з використанням сучасних методів статистичного аналізу та чисельного моделювання.

Метою даного дослідження є реалізація комплексного статистичного підходу до визначення особливостей розподілення атмосферних опадів літнього сезону на території України та визначення впливу на цей розподіл Північно-Атлантичного та Північноморського-Каспійського коливань в період другого глобального потепління.

Вихідними даними виступають ряди місячної кількості опадів у червні, липні, серпні на 40 станціях України та індекси ПАК (NAO) і ПМКК (NCP) за 12 місяців періоду 1962-2006 рр. *Основним завданням* є визначення ролі Північно-Атлантичного та Північноморського-Каспійського коливань, які можуть впливати на просторовий розподіл атмосферних опадів у літній сезон на території України в умовах змін та коливань глобального клімату.

Методологічне або загальнонаукове значення. Сучасні дослідження клімату показують, що вплив очікуваних його змін має як позитивні, так і негативні прояви практично у всіх секторах життєдіяльності [4, 5, 8, 16-19]. Сільське, паливно-енергетичне, водне та інші галузі економіки, здоров'я та туризм пов'язані зі станом природного середовища. Змінюється режим опадів: кількість, повторюваність, просторовий та часовий розподіл. Тому використання кліматичного ресурсу – інформації про атмосферу, її тепловий стан можуть бути враховані для вирішення конкретних соціально-економічних проблем. У зв'язку з цим, активніше розвиваються сучасні методи прогнозу глобальних змін клімату та їх можливих наслідків у різних регіонах нашої планети.

Як відомо, для довгострокових прогнозів погоди необхідно глибоке вивчення реально існуючих просторово-часових зв'язків між гідрометеорологічними процесами та ролі фізико-географічних факторів клімату. В сучасних умовах практичною основою вивчення клімату того чи іншого регіону та його динаміки є база емпіричних даних, яка включає не тільки ряди спостережень, але й вибір статистик та методів, за допомогою яких визначається просторово-часові масштаби метеорологічних полів, їх структура та мінливість. Перед сучасною кліматологією стоїть цілий ряд актуальних проблем, однією з яких є наддовгостроковий прогноз причин,

які зумовлюють коливання клімату. І в останні роки значна увага приділяється перспективам використання статистично значущих кореляційних зв'язків між випадковими процесами значно віддалених один від одного районів (так званих «далеких зв'язків») стосовно задач, перш за все, довгострокового і наддовгострокового прогнозів погоди по осередках додатних та від'ємних значень коефіцієнтів кореляції [10-11, 15, 20-25].

Відповідно до поставленої мети, реалізація комплексного статистичного підходу проводилася у два етапи. На першому етапі дослідження (використовуючи один з відомих методів багатовимірної статистичного аналізу) проведена фізично обґрунтована об'єктивна кластеризація території України за місячною кількістю опадів літнього сезону та сформовані узагальнені кластери, які представлені часовими рядами середніх векторів визначених кластерів. На другому етапі за допомогою кореляційного аналізу вдалося виявити статистично значущі зв'язки в полях атмосферних опадів на територіях визначених кластерів у літній сезон з Північноморським-Каспійським та Північно-Атлантичним коливаннями.

Районування території України за кількістю опадів досліджуваного календарного сезону проведено за алгоритмом «Універсального адаптивного ітеративного методу кластерного аналізу» («УАІМКА»), що був розроблений та апробований в Одеському державному екологічному університеті [26].

Перевірка гіпотези щодо існування автокореляційної системи безпосередньо в земних умовах

і твердження того, що формування багатьох кліматичних полів на території України залежить від північноатлантичних та європейсько-середземноморських макропроцесів, проводилася за допомогою кореляційного аналізу. Парні коефіцієнти кореляції приймалися статистично значущими на рівні значущості $\alpha = 0,10$ і є вірогідними (з імовірністю 90%) за умови значень $|r_{xy}| \geq 0,32$ [20, 21]

Виклад основного матеріалу. Результатом першого етапу дослідження є кластеризація місячної кількості опадів літнього сезону і побудова карт-схем просторового розподілу вказаного кліматичного показника, які наводяться на рис. 1. Як видно з рис. 1, у червні та липні на території України визначено по п'ять, а в серпні – чотири кластери, кожний з яких є фізично обґрунтованим. Крім того, в результаті реалізації алгоритму «УАІМКА» були отримані часові ряди середніх векторів визначених кластерів, які будуть використані на наступному етапі. Отримане районування території України за кластерами, по-перше, уточнює загальний кліматичний розподіл атмосферних опадів і, по-друге, відділяє зони з різними характерними типами погоди при випадінні опадів по регіону, що досліджувався.

Оскільки атмосферна циркуляція є головним проявом зміни клімату, представляє інтерес дослідити вплив саме цього кліматоутворювального фактора на формування полів атмосферних опадів. Тому на другому етапі було залучено кореляційний аналіз. Вірогідні парні коефіцієнти кореляції для статистичних зв'язків між станом Північноморського-

Таблиця 1

Місяць (NCP)	Місяць (опад)			Місяць (NAO)	Місяць (опад)		
	06	07	08		06	07	08
01	-0,40 (IV) 0,33 (V)	-	-	01	-	-	-0,44(III)
02	-0,37 (V)	-	-	02	0,33 (II) 0,32 (IV)	-	-0,38 (I)
03	-0,34 (IV)	-	-	03	-	-0,56 (I) -0,38 (III)	-
04	-	-	-0,44 (I)	04	0,40 (II) 0,38 (III)	-	-
05	0,43 (V) 0,36 (II)	-	-	05	-	-	-
06	-0,47 (II) -0,49 (III) -0,36 (IV)	-	-	06	-0,43 (II) -0,41 (III) -0,42 (IV)	-	-
07	-0,34 (IV)	-0,43 (I) -0,35 (II)	-	07	-	-	-
08	-	-	-0,36 (IV)	08	-0,37 (V)	-0,44 (I) -0,36 (III)	-0,44 (I)
09	0,48 (V)	-	0,44 (IV)	09	-	-	-0,35 (II)
10	-	0,41 (IV)	0,32 (I)	10	-	-0,34 (I)	-
11	-	-	-	11	-	0,35 (II)	-
12	0,48 (III)	-	-0,46 (II)	12	0,41 (I)	0,32 (I) 0,34 (II) 0,32 (IV)	-

Коефіцієнти кореляції (місячна кількість опадів – індекси NCP, NAO)

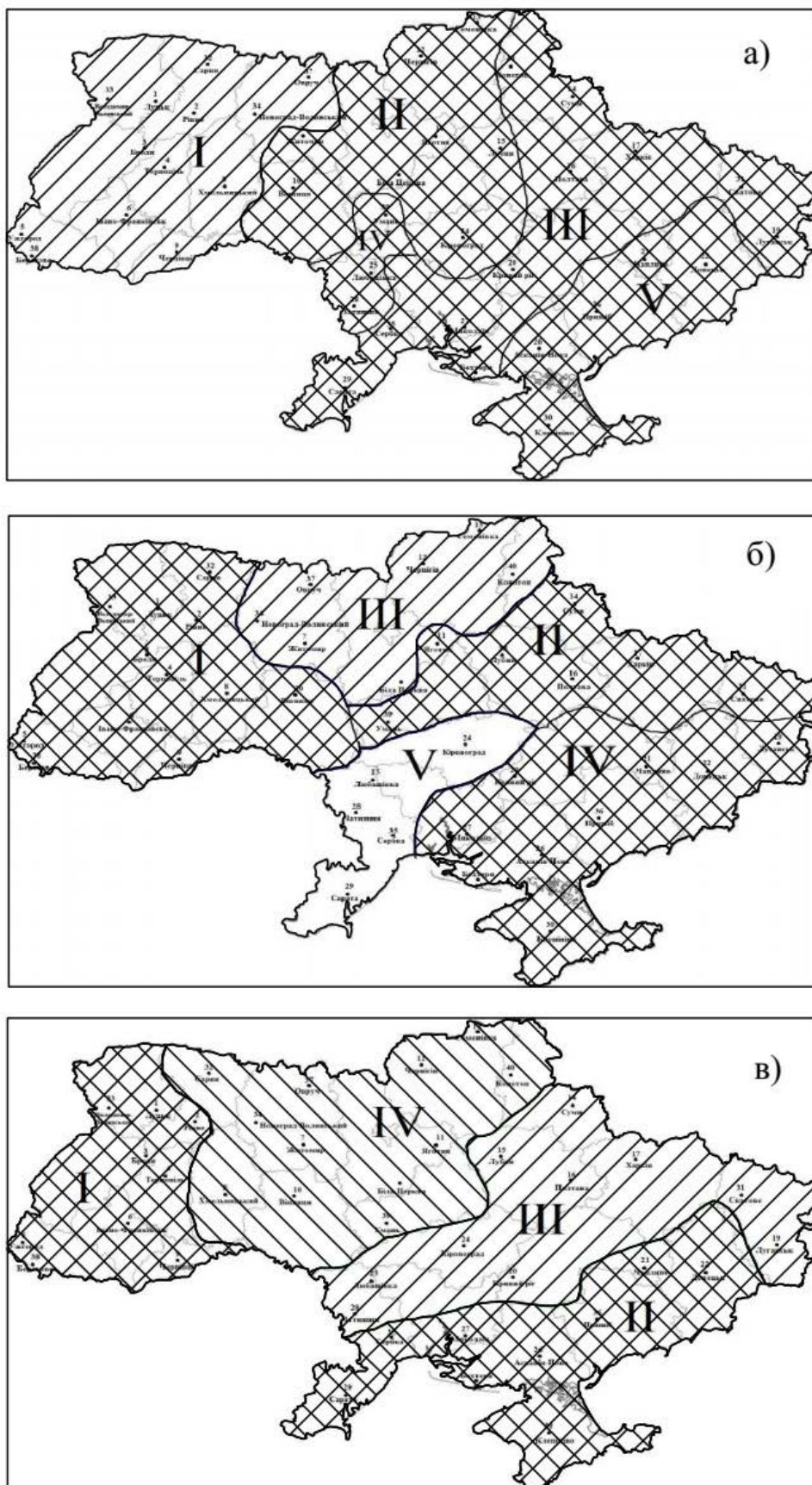


Рис. 1. Карти-схеми результатів кластеризації та сумісних впливів двох телеконекцій на просторовий розподіл місячної кількості опадів по території України

Каспійського коливання (індекс NCP) та кількістю атмосферних опадів на територіях визначених кластерів у місяці літнього сезону представлені в лівій частині табл. 1. Аналогічна інформація для Північно-Атлантичного коливання (індекс NAO) наведена в правій частині табл. 1. У дужках вказано номер кластера.

Клімато-географічні особливості відгуків північноатлантичних та європейсько-середземноморських макропроцесів в полях місячної кількості опадів літнього сезону наведено на картах-схемах (рис. 1).

Як випливає з табл. 1 та рис. 1а, у червні з імовірністю 90% на території Західної України та у північних районах Житомирської області (I кластер) встановлено тісний прямий ($r_{xy} = 0,41$) лінійний кореляційний зв'язок між просторовим розподілом місячної кількості опадів у цей місяць зі станом тільки одного – Північно-Атлантичного коливання (запізнення відгуків на території України складає півроку). На решті території країни (II, III, IV, V кластери) зафіксовано сумісний вплив двох телеконекцій з визначеним місяцем ПМКК та ПАК ($|r_{xy}| = 0,32-0,49$). Запізнення відгуків складає від двох місяців до року.

У липні (рис. 1б) на півночі України (Житомирська, Київська, Чернігівська та північно-західні райони Сумської областей – III кластер) формування опадів залежить лише від ПАК і цей зв'язок є оберненим зі значеннями коефіцієнтів кореляції від -0,36 до -0,38. На територіях Одеської, Кіровоградської та на заході Миколаївської областей (V кластер) у липні з імовірністю 90% не виявлено кореляційного зв'язку між опадами та низькочастотними осциляціями, визначеними в полях атмосферного тиску. На решті території країни (I, II, IV кластери) при кліматичному прогнозуванні опадів на липень треба враховувати обидва коливання, а саме: в областях Західної України та на Вінниччині (I кластер) зв'язок є оберненим (r_{xy} : від -0,34 до -0,56); на півдні України (Автономна Республіка Крим, Херсонська, східні райони Миколаївської та Запорізька області), частина Центральної України (Дніпропетровська область), які увійшли до четвертого кластера, визначено прямий лінійний кореляційний зв'язок (r_{xy} : від 0,32 до 0,41); формування опадів на територіях Харківської, Черкаської, Полтавської, півночі Луганської та півдні Сумської областей (II кластер) має як прямий, так і обернений лінійний кореляційний зв'язок з вказаними телеконекціями Північної півкулі ($|r_{xy}| = 0,34-0,35$).

Карта-схема впливів Північно-Атлантичного та Північноморського-Каспійського коливань на просторовий розподіл місячної кількості опадів у серпні представлена на рис. 1в. На територіях, які увійшли до четвертого кластера (північ Рівненської, Житомирська, Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Київська, Чернігівська та північно-західна частина Сумської областей) спостерігається вплив лише Північноморського-Каспійського коливання на просторовий розподіл місячної кількості опадів зі значеннями коефіцієнтів кореляції $|r_{xy}| = 0,36-0,44$. Формування опадів в областях III кластера (Харківська, Луганська, південний схід Сумської, Полтавська, майже вся Дніпропетровська, Кіровоградська, північні райони Миколаївської та Одеської) визначається впливом тільки Північно-Атлантичного коливання ($r_{xy} = -0,44$). У серпні просторовий розподіл опадів на півдні України (Автономна Республіка Крим, Херсонська, Запорізька, південні райони Одеської та Миколаївської областей), невеликій східній частині Дніпропетровської, Донецької областей (II кластер) має обернений кореляційний зв'язок з ПМКК і ПАК ($r_{xy} = -0,35 - -0,44$); для більшості областей Західної України (I кластер) визначено як прямий, так і обернений кореляційний зв'язок з визначеним місяцем Північноморського-Каспійського та Північно-Атлантичного коливань ($|r_{xy}| = 0,32-0,44$). Запізнення відгуків складає від двох місяців до року.

Головні висновки. Отримані результати є певним внеском у вивчення як теоретичних, так і практичних аспектів дослідження взаємозв'язків у кліматичній системі з використанням еквідистантних емпіричних даних. Запропонований підхід до вирішення питання щодо клімато-географічних особливостей в розподілі атмосферних опадів по території України на основі залучених статистичних алгоритмів дасть можливість прогнозувати та моделювати складні природні процеси. Отримані вірогідні статистичні моделі у вигляді карт-схем дозволять враховувати напрямки переносу основних субстанцій, а це в свою чергу допоможе (при складанні кліматичного прогнозу) зрозуміти вклад різних районів Північної півкулі в формування важливого кліматичного показника. Грамотне і своєчасне використання наведеної у цій статті кліматичної інформації зробить свій внесок у подальший стабільний розвиток України.

Література

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 932-р «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року» від 7 грудня 2016 р. / Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249573705>.
2. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)] / Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf.
3. Reshetchenko S.I., Dmitriev, S.S., Cherkashyna, N.I., Goncharova, L. D. Climate indicators of changes in hydrological characteristics (a case of the Psyol river basin). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2020. Вип. 53. С. 155-168.

4. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса, 2015. 520 с.
5. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса, 2018. 548 с.
6. Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г. Особливості зміни ресурсів тепла та вологи в Україні при сучасному потеплінні клімату. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2007. Вип. 256. С. 174-186.
7. Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. *Український географічний журнал*. 2013. № 4. С. 32-39.
8. Клімат України: монографія / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Вид.-во Раєвського, 2003. 343 с.
9. Светличний А.А., Ибрагимов М.С. К вопросу о современных изменениях климата Северо-Западного Причерноморья. *Вісник Одеського національного університету. Серія «Географічні та геологічні науки»*. 2016. Т. 21. Вип. 1. С. 22-41.
10. Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М., Решетченко С.І., Черниченко А.В. Вплив атмосферних макропроцесів на просторовий розподіл опадів по території України у весняний сезон. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2021. № 27. С. 5-15.
11. Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М. Клімато-географічні особливості розподілу опадів на території України в осінній період. *Екологічні науки*. 2021. № 2 (35). С. 94-98.
12. Кліматичні ресурси Одеської області для сталого розвитку: науково-практичний довідник / за ред. Ж.В. Волошиної. Одеса: Державна гідрометслужба України, 2010. 180 с.
13. Ivus G.P. Goncharova L.D., Kosolapova N.I., Zubkovych C.O. Modern seasonal features of the risk mode on the territory of Odesa region. *Scientific Journal (Science Review)*. 2018. Vol. 1. Issue 3 (10). P. 27-33. <http://archive.ws-conference.com/wp-content/uploads/pw0774.pdf>
14. Івус Г.П. Гончарова Л.Д., Косолапова Н.І. Просторово-часове розподілення атмосферних опадів в Одеському регіоні на початку ХХІ століття. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. №22. С.16-27.
15. Гончарова Л.Д., Косолапова Н.І. Вплив основних телеконекцій Північної півкулі на режим опадів по території України. *Вісник Одеського національного університету. Серія «Географічні та геологічні науки»*. 2017. Т. 22. Вип. 1 (30). С.11-27.
16. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Зміни стану довкілля України. Географія в інформаційному суспільстві. Зб. наук. праць. Київ: ВЛГ Обрії, 2008. Т. 3. С. 5-13.
17. Шурда К.Е. Реалії України у процесі сучасної зміни клімату. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2014. №18. С. 56-64.
18. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) : монографія / за ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. Київ, 2006. 311 с.
19. Руденко В.П. Критичний екологічний стан компонентів природи в регіонах України. *Український географічний журнал*. 2010. № 2. С. 60-68.
20. Гончарова Л. Д., Школьнік Є. П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2007. 464 с.
21. Гончарова Л.Д. Методи багатовимірного статистичного аналізу метеорологічних полів та атмосферних процесів: навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2016. 196 с.
22. H. Kutiel, Y. Benaroch North Sea-Caspian (NCP) – an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: Identification and definition. *Theor. Appl. Climatol.* 2002. Vol. 71. P. 17-28.
23. Korres G., Pinardi N., Lascaratos A. The ocean response to low-frequency interannual atmospheric variability in the Mediterranean Sea. Part. I: Sensitivity experiments and energy analysis. *J. Climate*. 2000. Vol. 13. P. 705-731.
24. Полонский А.Б. Роль океана в изменениях климата: монография. Киев: Думка, 2008. 184 с.
25. Bodri L., Cermak V. High frequency variability in recent climate and the north Atlantic oscillation. *Theor. Appl. Climatol.* 2003. Vol. 74. P. 33-40.
26. Серга Э.Н. Универсальный адаптивный итерационный метод кластерного анализа. *Метеорология, климатология та гидрология: Міжвід. наук. зб. України*. Одеса. 2003. Вип. 47. С. 83-89.