МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ПРИМЕРЕ ЧГП РАН (КАЦИВЕЛИ) И АГРОМЕТЕОСТАНЦИИ "НИКИТСКИЙ САД" (НИКИТА)

С.А. Майборода¹, В.В. Метик-Дионова¹, Ю.В. Симонова¹, С.И. Казаков¹,
П.Б. Корсаков²

¹ Черноморский гидрофизический полигон РАН, РФ, пгт. Кацивели, ул. Шулейкина, 9
E-mail: sergey.mayboroda.72@mail.ru

² «Крымское УГМС» Агromетеостанция «Никитский сад», РФ, пгт. Никита
E-mail: nikita.meteo@gmail.com

Представлены многолетние данные выпадения атмосферных осадков на Черноморском гидрофизическом полигоне РАН (ЧГП РАН) и на агromетеостанции «Никитский сад». Получены данные, характеризующие интенсивность осадков, экстремальные максимальные и минимальные значения, отмечены характерные тенденции. Отмечена корреляция средних многолетних, среднемесячных значений атмосферных осадков в п. Кацивели и п. Никита. Полученные результаты позволяют, с большей достоверностью оценить особенности пространственной и временной изменчивости атмосферных осадков, выпадающих в западной части ЮБК. В отдельные месяцы холодного периода зафиксирована значимая корреляция количества осадков с индексом Североатлантического колебания (САК).

Ключевые слова: атмосферные осадки, корреляция, натурные данные, суммы осадков, тренды, межгодовая и внутригодовая изменчивость.

Поступила в редакцию: 26.04.2018.

Введение. Анализируются многолетние данные выпадения атмосферных осадков на территории Черноморского гидрофизического полигона (ЧГП РАН), Кацивели и агromетеостанции «Никитский сад», Никита. Осадки играют значительную роль в водном балансе Черного моря и являются одним из важных факторов, влияющих на гидрологическую и гидрохимическую структуру вод моря [1]. В указанных местах наблюдений, от главной гряды Крымских гор в направлении берега, на относительно коротком расстоянии наблюдается резкое понижение рельефа со значительными уклонами поверхности, широко развиты эрозионные и гравитационные процессы. Наблюдение за атмосферными осадками важно, так как и Кацивели, и Никита, и их окрестности находятся на интенсивном эрозионно-оползневом склоне. Формы рельефа изменяются под воздействием активных оползней, воз-

можны селевые потоки, высока сейсмическая опасность.

Характеристика данных. Регулярное измерение атмосферных осадков в Кацивели производится с 1984 года. При измерении количества осадков применяется осадкомер Третьякова О-1 и плювиограф П-2. Место наблюдений в Кацивели находится на высоте 47 м, в Никите – на высоте 210 м над уровнем моря. В работе использовались архивные данные метеорологических наблюдений ЧГП РАН и агromетеостанции «Никитский сад» с 1984 по 2016 гг.

Результаты исследований. Анализ данных показал, что в период до 1997 г., включительно, отмечается небольшой рост количества осадков, в дальнейшем изменчивость характеризуется отрицательным трендом, что иллюстрирует график на рис. 1, где представлена изменчивость годовых аномалий осадков и их квадратичный тренд.

Рис. 1. Изменчивость годовых аномалий осадков (синий) и их квадратичный тренд (красный) по данным ЧГП РАН

На рис. 1 можно выделить года с максимальными положительными аномалиями, это – 1987, 1992, 1997, 2002, 2005, 2010 гг. и отрицательными – 1993, 2000, 2008, 2012 гг. При визуальном анализе заметна квазипятилетняя периодичность в колебаниях годовых сумм осадков.

Наибольшее количество осадков отмечается в начале и конце года, в осенне-зимний период, наименьшее значение – в летний период. Суммы осадков находятся в прямой зависимости от количества дней с осадками. Среднее многолетнее количество осадков в Кацивели с 1984 по 2016 гг. составляет 516,6 мм, интенсивность осадков – 6,3 мм/сутки, минимум осадков был зарегистрирован в 1993 г. – 280,2 мм, максимум в 1997 г. – 817,6 мм. Среднее количество дней с

атмосферными осадками в году – 83,6 дня.

Максимальное количество дней с осадками за год наблюдалось в 1995 г. – 110 дней, минимальное – в 1984 г. и составило 49 дней. В Никите среднеемноголетнее значение осадков составило 615,3 мм, среднее количество дней с осадками в году – 120,8 дня, средняя многолетняя интенсивность составляет 5,1 мм/сутки. Минимум атмосферных осадков был зарегистрирован в 1993 г. – 311,4 мм, максимум в 1997 г. – 949,9 мм. При очевидной идентичности колебаний годовых сумм и среднемесячных климатических норм осадков в Кацивели и Никите (коэффициенты корреляции 0,89 и 0,96, соответственно), присутствует небольшое превышение указанных значений в Никите над значениями в Кацивели (рис. 2).

а)

б)

Рис. 2. ЧГП РАН, агрометеостанция «Никитский сад», 1984–2016 гг.: а) годовые суммы осадков, б) среднесесячные многолетние значения количества осадков (Ri), интенсивность (I), количество дней с осадками (N)

Для осадков в теплое (май – октябрь) и холодное (ноябрь – апрель) полугодия аналогичное превышение также присутствует. В Кацивели в тёплый период среднесесячные значения атмосферных осадков составляет – 216,4 мм, в холодный период – 300,1 мм. В Никите – 236,2 мм и 379,0 мм, соответственно.

Максимальное количество осадков за сутки в Кацивели составило 69,7 мм (27.10.2007), в Никите – 70,1 мм (14.07.2004). За весь период наблюдений в Кацивели было зарегистрировано 51 случай, а в Никите – 69 случаев выпадения атмосферных осадков, превышающих 30 мм (рис. 3).

Рис. 3. Количество дней с атмосферными осадками ≥ 30 мм в Кацивели и Никите, 1984–2016 гг.

Максимальные месячные значения атмосферных осадков в Кацивели были зарегистрированы в августе 1997 г. (183,6 мм), в сентябре 2002 г. (169,5 мм), в январе 2010 г. (149,5 мм), в декабре 1987 г. (147,5 мм). В Никите аналогичные значения осадков отмечены в октябре 2002 г. (193,4 мм), декабре 1999 г. (193,3 мм), декабре 2010 г. (187,5 мм).

Над горами нередко создаются условия, благоприятные для активизации фронтальных разделов, которые сопровождаются интенсивными ливнями, грозами, шквалами, приносящими большой урон народному хозяйству [2]. В годовом ходе повторяемости очень сильных дождей наблюдается сезонная периодичность, что отмечается и другими ав-

торами [3]. Из 51 случая выпадения атмосферных осадков более 30 мм, зафиксированных в Кацивели за последние 33 года, наиболее часто очень сильные дожди наблюдались в тёплые периоды (май – октябрь) – 33 случая, а в холодные периоды (ноябрь – апрель) – 18 случаев. В Никите – 41 и 28, соответственно. За исследуемый период в Кацивели было зарегистрировано 10 случаев выпадения атмосферных осадков, превышающих 50 мм, а в Никите 11 таких случаев.

Известно, что положительная фаза САК характеризуется преобладающим перемещением циклонов в северо-восточном направлении в Северной Атлантике и через север Европы, в отрицательную фазу северо-восточный поток ослабевает, и траектории атлантических циклонов проходят через центр и юг Европы, включая также Черноморско-Средиземноморский регион [4].

Так как наибольшее число циклонов проходит через указанные пункты наблюдений в зимний период, исследовалась корреляция индекса САК и атмосферных осадков в месяцы холодного периода. Анализ данных ЧГП выявил небольшую отрицательную корреляцию индексов САК и осадков по данным за январь (-0,42) (рис. 4, а) и март (-0,31). Более значимая связь присутствует для осадков за холодные периоды 2003-2004 гг. (-0,96), 2004-2005 гг. (-0,53), несколько ниже в период 2009-2010 гг. (-0,36), (рис. 4, б). В Никите корреляция данных за январь ниже (-0,34) (рис. 4, в), в холодные периоды 2003-2004 гг. и 2009-2010 гг. -0,93 и -0,32, соответственно (рис. 4, г). В остальные месяцы значимой корреляции не обнаружено. Значимость коэффициентов корреляции оценивалась по критерию Стьюдента с доверительной вероятностью 0,9.

а)

б)

в)

г)

Рис. 4. Колебания атмосферных осадков (Ri) и индекса САК: а) январь, Кацивели, 1984 – 2016 гг.; б) Кацивели, ноябрь 2009 г. – апрель 2010 г.; в) Никита, январь 1984 – 2016 гг.; г) Никита, ноябрь 2009 г. – апрель 2010 г.

Числа Вольфа являются одним из показателей, характеризующих солнечную активность, вариации которой могут оказывать существенное влияние на состояние параметров атмосферы.

На рис. 5 отображены данные атмосферных осадков (Ri) и числа Вольфа.

Заметно увеличение атмосферных осадков в периоды с наименьшим значением числа Вольфа: 1985-1986 гг., 1997-1998 гг., 2008-2009 гг., 2016-2017 гг., и уменьшение осадков с увеличением значений числа Вольфа.

Рис. 5. Число Вольфа (W) и атмосферные осадки (Ri), Кацивели 1984–2017 гг.

Заключение. В ходе исследования в указанных регионах отмечена тенденция роста количества осадков до конца 90-х годов прошлого столетия и уменьшения их количества в последующие годы. Периодичность максимальных годовых сумм осадков составляет около 5 лет.

Отличие полученных величин среднесезонных месячных осадков с другими оценками подтверждает большую зависимость количества осадков от региональных факторов [5].

Анализ данных показал, что экстремальные осадки чаще наблюдаются в теплый период, на что указывают и другие исследователи [3].

В отдельные месяцы холодного периода зафиксирована значимая корреляция количества осадков с индексами Североатлантического колебания (САК). Наблюдается связь количества атмосферных осадков и значений числа Вольфа.

Работа выполнена в рамках научной темы № 0835-2018-0001 государственного задания № 007-00111-18-00.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV. Черное море. Вып. 1. Гидрометеорологические исследования.* СПб.: Гидрометеиздат, 1991. 422 с.

2. *Вопросы теплового и динамического взаимодействия в системе море-атмосфера-суша Черноморского региона / Л.А. Ковешников, В.А. Иванов, С.Г. Богуславский [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2001. Вып. 3. С. 9–52.*

3. *Воскресенская Е.Н., Вышкваркова Е.В. Экстремальные осадки и их климатические изменения на территории Украины по данным наблюдений // Вісник Одеського державного екологічного університету, 2013. Вип. 16. С. 45–50.*

4. *Воскресенская Е.Н., Маслова В.Н., Юровский А.В. Пространственная изменчивость параметров зимних циклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2011. Вып. 24. С. 163–172.*

5. *Липченко А.Е., Репетин Л.Н. Мониторинг атмосферных осадков, выпадающих на поверхность Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2013. Вып. 27. С. 249–254.*

INTERANNUAL VARIABILITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION AT AN EXAMPLE OF THE BLACK SEA HYDROPHYSICAL EXPERIMENTAL SITE, RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (KATSIVELI) AND AGROMETEOSTATION "NIKITA'S GARDEN" (NIKITA).

S.A. Mayboroda¹, V.V. Metik-Diyunova¹, Ju.V. Simonova¹, S.I. Kazakov¹, P.B. Korsakov²

¹ Black Sea hydrophysical Proving Ground of RAS, Katsiveli

² "Crimean Management of hydrometeorological service" agricultural meteorology station "Nikitskiy garden", Nikita.

The long-term data of atmospheric precipitations at the Black Sea hydrophysical experimental site of the Russian Academy of Sciences (BSHPG RAS) and Agrometeostation "Nikita's garden" are presented. The obtained data characterizing the intensity of precipitation, extreme maximum and minimum values, and the typical trends are noted. The correlation is given of average annual and monthly values of atmospheric precipitation in Katsiveli and Nikita sites. The results obtained allow more accurate evaluation of the spatial and temporal variability of the atmospheric precipitations in the Western part of the South Crimea coast. The significant correlation is found for individual months of the cold period with the indices of North Atlantic oscillation (NAO).

Keywords: atmospheric precipitation, correlation, field data, precipitation totals, trends, interannual and intraannual variability.