

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАВОДНЕНИЙ ЕВРОПЕЙСКИХ РЕК В СВЯЗИ С ГЛОБАЛЬНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Е.Н. Воскресенская

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: vao@alpha.mhi.iuf.net

Современные базы данных использованы для анализа особенностей низкочастотной изменчивости стоков рек Европейского региона в связи с явлениями Эль-Ниньо-южные колебания (ЭНЮК) и североатлантическим колебанием (САК). Южное колебание (ЮК) и САК – важнейшие глобальные сигналы, отвечающие за формирование аномальных гидрометеорологических условий в Северо-Атлантическом и Европейском регионе и связанных с ними экстремальных ситуаций в бассейнах Европейских рек, особенно в весенне-летний период.

Введение. В последние десятилетия достаточно активно дискутируется вопрос, оказывает ли ЭНЮК влияние на межгодовую изменчивость Северной Атлантики и Европейского региона, и если влияет, то каким образом? Используя все более совершенствуемые базы данных, в том числе и данные ре-анализа, многие авторы показали, что зимой-весной ЭНЮК оказывает значительное воздействие на Атлантико-Европейский климат [1-6]. В то же время уже достаточно хорошо известно влияние САК на формирование климатической изменчивости Европы. Многие из опубликованных результатов показывают, что САК и ЮК являются принципиальными глобальными сигналами межгодового масштаба. И возможно, взаимодействие этих двух осцилляций ответственно за изменчивость климата Северного полушария и Европы [7,8,9]. Авторы утверждают, что аномальные условия в Северной/Тропической Атлантике и экваториальной зоне Тихого океана развиваются одновременно с точностью до сезона. При этом существует значимая положи-

тельная корреляция между САК и ЮК на межгодовом масштабе. К примеру, коэффициент корреляции между ними равен 0.28 и 0.34 при использовании профильтрованных полосовым фильтром 2-7 лет данных за 1931 - 1995 и 1958 - 1995г.г. соответственно (см. [8] и ссылки к ней).

К числу приоритетных задач современных климатических международных и национальных программ относится изучение проявлений межгодовой и десятилетней изменчивости САК и ЮК в аномалиях Европейского климата и наступлении экстремальных гидрометеорологических условий. Такие задачи невозможно решать без привлечения комплексных массивов гидрометеорологической информации. В настоящей работе будет анализироваться межгодовая изменчивость весенних стоков отдельных европейских рек и условия наступления катастрофических паводков в связи с вариациями САК и ЮК с использованием специализированной базы данных.

Описание данных и процедура анализа. В работе использовались следующие массивы данных:

- Среднемесячные данные индексов ЮК и САК за 1891-1994г.г.;
- Среднемесячные данные наблюдений по температуре воздуха и осадкам в Причерноморском регионе в XX веке;
- Ежедневные данные ре-анализа Европейского центра среднесрочных прогнозов за 1970-1993г.г.
- Среднемесячные объемы стоков Дуная, Днепра, Днестра, Южного Буга за 1921-1993г.г., Рейна за 1936-1994г.г., Гароны за 1921-1994г.г., Лауры за 1891-1994г.г. из базы данных о стоках Европейских рек.

Точность вычисления среднемесячных стоков рек по уровненным наблюдениям с использованием стандартной методики достаточно высока. Она позволяет оценивать объемы среднемесячных стоков с типичной погрешностью до 5% [10].

Анализ гидрометеорологических условий, сопровождавших наводнения основных рек, впадающих в Черное море, проводился в терминах среднеквадратичных отклонений. Стоки рек считались экстремальными, если они достигали или превышали 2.5 с.к.о. месячного значения амплитуды

относительно его среднемесячной величины. Обработка и фильтрация многолетних рядов наблюдений выполнялась для каждого месяца в отдельности.

Результаты и обсуждение. Погодные/климатические аномалии, вызываемые сигналом ЮК наблюдаются по всему Земному шару за счет атмосферного "дальнодействия". В изменчивости гидрометеорологических полей Атлантико-Европейского региона влияние ЮК проявляется в большей степени в зимне-весенний период, см.[8], а в реакции стоков Европейских рек – в весенне-летний период за счет инерционности снеготаяния в зонах источников питания рек. Зимние метеоусловия, формирующие условия для весенне-летних паводков, сопровождаются следующей ситуацией. САК активизируется, главным образом, за счет усиления Исландского минимума, интенсифицируется зональная циркуляция над западной и северной частью Европы, центры действия атмосферы смещаются в северном-северо-восточном направлении. Одновременно активизируется процесс формирования средиземноморских циклонов, что приводит к увеличению осадков в Средиземноморском регионе [8]. В результате осадки и, соответственно, снегозапас в Северной и Южной Европе повышаются, а в Централь-

ной и Восточной - понижается. Положительные и отрицательные аномалии стоков рек в соответствующих регионах несколько запаздывают относительно атмосферных процессов. Таким образом, отрицательные значения индекса САК в период предшествующей зимы и индекса ЮК в течение весны являются важнейшими условиями, приводящими к аномальным наводнениям рек Черноморского бассейна.

Совместное влияние САК и ЮК на стоки Европейских рек на десятилетнем масштабе видно из таблицы 1. Максимальные корреляции наблюдаются ранней весной (февраль-апрель), поздней весной (май-июнь), а также летом (июль-август). Например, корреляция между индексом САК и ранне-весенним стоком Рейна составляет -0.64, в то время как между индексом ЮК с таким стоком достигает -0.69. Таким образом, более 80% общей дисперсии стока Рейна в ранние весны может быть объяснено совместным влиянием САК и ЮК. Следует заметить, что атмосферные поля обычно опережают примерно на 2-3 месяца. Это обнадеживающий результат с точки зрения возможности заблаговременного прогнозирования величин среднемесячных стоков.

Таблица 1 - Максимальные коэффициенты корреляции стоков Европейских рек ранней весной и поздней весной/летом с индексами САК и ЮК после фильтрации полосовым фильтром (5-20) лет при разных запаздываниях.

Река	Индекс САК ранняя весна		Индекс САК поздняя весна/лето		Индекс ЮК ранняя весна		Индекс ЮК поздняя весна / лето	
	Коэффициент корреляции	Лag (мес.)	Коэффициент корреляции	Лag (мес.)	Коэффициент корреляции	Лag (мес.)	Коэффициент корреляции	Лag (мес.)
Днепр	-0.71	2	-0.62	1	-0.66	0	-0.42	2
Днестр	-0.6	3	-0.63	1	-0.71	1	-0.61	3
Юж. Буг	-0.66	3	-0.57	1	-0.58	1	-0.43	3
Дунай	-0.74	3	-0.51	1	-0.6	0	-0.48	3
Рейн	-0.64	2	-0.5	1	-0.69	0	-0.59	3
Гарона	-0.72	2	-0.77	1	-0.58	1	-0.65	3
Лаура	-0.72	2	-0.52	1	-0.56	0	-0.62	2

Примечание: Жирным шрифтом помечены значимые на 95% уровне величины.

Экстремальные наводнения ранней весной бывают в условиях, когда интенсификация САК зимой сопровождается последующей повышенной температурой в конце зимы/

начале весны. В этом случае быстрое таяние увеличенных объемов накопившегося снега приводит к сильным наводнениям (таблица 2).

Таблица 2 - Гидрометеорологические условия, сопровождающие наводнения ранней весны (март / апрель) основных рек Черноморского бассейна (в терминах с.к.о.)

Река	Сток	Температура воздуха над площадями водосбора	Индекс САК	Индекс ЮК	Осадки над площадями водосбора
Дунай	≥ 2.5	≥ 1 в течение 3 месяцев до наводнения	≤ -1 (-1.3 в течение 4 мес. до наводнения)	≤ -1 в течение 4 мес. до наводнения	≥ 2 в течение предшествующей зимы
Днепр	≥ 2.5	≥ 1 в течение 2 месяцев до наводнения	≤ -1.5 в течение 3 мес. до наводнения	≤ -1 в течение 3 мес. до наводнения	≥ 3 в течение предшествующей зимы
Днестр	≥ 3	≥ 1 в течение 2 месяцев до наводнения	≤ -1.5 в течение 3 мес. до наводнения	≤ -1 в течение 3 мес. до наводнения	≥ 3 в течение предшествующей зимы
Южный Буг	≥ 3	≥ 2 в течение 2 месяцев до наводнения	≤ -1.5 в течение 3 мес. до наводнения	≤ -1 в течение 3 мес. до наводнения	≥ 2 в течение предшествующей зимы

Наводнения поздней весны могут быть особенно катастрофическими, если понижение обычного зимнего индекса САК сопровождается холодной поздней зимой/ранней весной, теплой поздней весной и интенсивными майскими дождями. В этом случае быстрое

таяние снеготалыка в мае/июне, дополненные экстремально большими осадками над площадями водосборов ($> 3\sigma$) создают экстремальные стоки рек, превышающие 3 с.к.о. (таблица 3).

Таблица 3 - Гидрометеорологические условия, сопровождающие наводнения поздней весны (май-июнь) основных рек Черноморского бассейна (в терминах с.к.о.)

Река	Сток	Температура воздуха над площадями водосбора	Индекс САК	Индекс ЮК	Осадки над площадями водосбора
Дунай	≥ 2.5	≤ -0.5 в течение 4 месяцев до наводнения	≤ -1 в течение зимы ≥ 0 весной перед наводнением	≥ 1.5 в течение 2 месяцев до наводнения	≥ 3 в мае
Днепр	≥ 3	≤ -0.5 в течение 3 месяцев до наводнения	≤ -1 в течение 3 мес. до наводнения	≥ 1.5 в течение 2 месяцев до наводнения	≥ 2.5 в мае
Днестр	≥ 3.5	≤ -0.5 в течение 3 месяцев до наводнения	~ 0 в течение 3 мес. до наводнения (незначимо)	≥ 0 в течение 2 месяцев до наводнения (незначимо)	≥ 3.5 в мае
Южный Буг	≥ 3	≤ -0.5 в течение 2 месяцев до наводнения	≤ -0.75 в течение 3 мес. до наводнения	≥ 0.5 в течение 2 месяцев до наводнения	≥ 3 в мае

Нужно заметить, что наиболее мощные весенние наводнения основных Черноморских рек совпадают со значительными аномалиями ЮК. Результаты работ [4,8] показывают, что это может быть следствием повышенных осадков, связанных с явлениями ЭН. В то же время было показано, что явления ЭН вызывают внутризесонные флуктуации температуры воздуха над площадями водосбора основных Черноморских рек [2,8]. Их типичная величина – от одного до нескольких градусов, тогда резкое потепление, соответственно, приводит к быстрому снеготаянию. К счастью совпадение устойчивых отрицательных зимних аномалий САК и последующие экстремумы ЮК бывает достаточно редко. Обычно это происходит два-три раза за 50 лет и совпадает с максимумами междесятилетней изменчивости.

Заключение. Анализ изменчивости стоков нескольких Европейских рек из имеющихся баз данных показал, что катастрофические наводнения в регионе связаны с крупномасштабными климатическими процессами, формирующими аномальные гидрометеорологические условия над площадями водосборов. Наблюдаемое в последнее десятилетие учащение наводнений, приводящих к катастрофическим экономическим последствиям, требуют проведения тщательных исследований особенностей возникновения аномальных климатических ситуаций на разных масштабах при использовании больших объемов информации разного типа. Поэтому развитие специализированных баз данных является важнейшей задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ropelewski S., Halpern M. 1987: Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Nino/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, v.115, 1606-1626.
2. Воскресенская Е.Н., Полонский А. Б.

1992: Северо-Атлантические колебания и явления Эль-Ниньо. – *Морской гидрофизический журнал*, №4, 23-30с.

3. Fraedrich, K., Muller, K. 1992: Climate anomalies in Europe associated with ENSO extremes. *International Journal of Climatology*, v.12, №1, 12-3.

4. Oldenborgh G. J., Burgers G. and Tank A.K. 2000: On the El-Nino teleconnection to spring precipitation in Europe. *International Journal of Climatology*, v.20, 565-574.

5. Lau N-C, Nath M.J.. 2001: Impact of ENSO on SST Variability in the North Pacific and North Atlantic: Seasonal Dependence and Role of Extratropical Sea-Air Coupling. *J. of Climate*, v.14, Nu.13, 2846-2866.

5. Mariotty A., Zeng N. and Lau K.M. 2002:

6. Euro - Mediterranean rainfall variability and ENSO. *CLIVAR Exchange*. v.7, No.1, 3-5.

7. Roger, J.C. 1984: The Association between the North Atlantic Oscillation and the Southern Oscillation in the Northern Hemisphere. *Mon. Wea. Rev.*, v.112, 1999-2015.

8. Polonsky A.B., Voskresenskaya E.N., Basharin D.V. 2000: Low-frequency Variability of the Coupled Ocean-Atmosphere System: Global and Regional Aspects. *Proceedings of International Conference on Climate Change and Variability: Past, Present and Future*. (Tokyo, Japan, 13-17 Sept, 1999). Tokyo, 231-236.

9. Pozo-Varquez D., Esteban-Parra M.J., Rodrigo F.S., Castro-Diez Y. 2001: The association between ENSO and winter atmospheric circulation and temperature in the North Atlantic Region. *J. of Climate*, v.14, Nu.16, 3408-3420.

10. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Справочное издание: 1991. Т.4. Черное море. Гидрометеоиздат, 429с.