

УДК 556.16.047

Лобода Н.С., д. геогр. н.

Одесский государственный экологический университет,

Мельник С.В., к., техн., н.

Одесский национальный политехнический университет

МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТА И ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК ПОДОЛИИ

Проводится анализ многолетней изменчивости климатических факторов в пределах Подолии. Отмечается статистически значимое повышение температуры в регионе при отсутствии изменений в тенденции осадков. В стоке рек продолжается начавшаяся в 1998 г. фаза повышения водности. Сезонное перераспределение стока рек с рассматриваемой территории, стало менее выраженным, а на некоторых реках начался обратный процесс (повышение доли стока в весенний сезон).

Ключевые слова: реки Подолии, многолетние изменения температуры, сток воды, сезонные изменения стока.

Постановка проблемы. Еще в 30-е годы прошлого века В.Г. Глушков [1] предсказывал, что одной из важнейших задач гидрологии будет изучение влияния деятельности человека на водные ресурсы и водный баланс.

В последние годы интерес к оценке и прогнозу количественных изменений водных ресурсов еще более возрос в связи с реально наблюдающимися изменениями климатических характеристик (температуры воздуха, осадков). Антропогенные изменения климатических характеристик могут быть столь значительными [2], что приведут к существенным преобразованиям гидрологического цикла, количества водных ресурсов, их распределения во времени и по территории. Преобразование экстремальных характеристик речного стока и их изменчивость нельзя не учитывать при разработке долгосрочных планов комплексного использования и охраны водных ресурсов, при проектировании долговременных водохозяйственных мероприятий.

Анализ последних исследований и публикаций. В книге, посвященной описанию современного состояния рек и гидрологических характеристик стока рек Украины, В.И. Вишневецкий и А.А. Косовец [3] указывают на определенные изменения в стоке рек. Отмечается тенденция к увеличению стока рек в маловодные годы, рост меженного стока и уменьшение максимальных расходов в период половодий. По мнению авторов, этому способствовало изменение климата на территории Украины (увеличение температуры воздуха в зимний период, снижение высоты снежного покрова, уменьшение скорости ветра). Это касается как зарегулированных, так и незарегулированных рек. Исключение из общего списка составляют реки Украинских Карпат (Тиса, Днестр), на которых происходит увеличение максимального стока воды [3]. Тенденция к увеличению расходов во время паводков может быть пояснена, с точки зрения авторов, климатическими изменениями, в частности, уменьшением расходов воды на испарение и последствиями вырубки леса.

В дальнейших своих работах В.И. Вишневецкий продолжает развивать идею выравнивания внутригодового распределения стока в результате повышения температур, особенно в зимний период [4, 5]. Исследование изменений стока р. Днепр в работе В.К. Хильчевского, В.В. Гребня, И.М. Ромася и др. [6] показало незначительное изменение суммарного годового стока, а также выявило перераспределение стока внутри года. Материалы их исследований свидетельствуют об изменении стока в отдельных ландшафтно-географических провинциях бассейна Днепра. Общей является тенденция увеличения величины годового стока в пределах бассейна р. Днепр с запада на восток, соответствующая увеличению годовой суммы осадков. Если в западной и юго-западной частях отмечается некоторое уменьшение (на

3-7 %) величины стока, то в восточной и юго-восточной его частях наблюдается повышение этих характеристик (на 7-10 %).

В работах по моделированию речного стока Украины на основе модели "климат-сток" [7], при глобальном потеплении получены результаты, которые предсказывают увеличение теплоэнергетических ресурсов климата до 11 %, а возможные изменения водности определяются прогнозом осадков. По сценарию GFDL лаборатории геофизической гидродинамики США, предполагается уменьшение норм водных ресурсов Украины на 25%, а на территории Причерноморья - на 40-60%. По сценарию СССМ Канадского климатического центра водные ресурсы Украины существенно не изменятся, что обусловлено как ростом теплоэнергетических ресурсов климата, так и увеличением влажности территории. Согласно сценарию УКМО метеорологического бюро Объединенного Королевства, должно произойти уменьшение осадков на юге и наоборот, их рост на севере. Согласно данным, полученными в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (кафедра гидрологии и гидроэкологии географического факультета) [8] развитие глобального потепления в пределах Украины развивается ближе к сценарию 2, то есть значимого изменения общего годового стока рек Украины на современном этапе не происходит.

Проведенный анализ показывает, что большинство проведенных исследований по изучению тенденции стока рек Украины базируется на данных бассейна р. Днепр. Влияние климатических показателей на сток равнинных рек Подольской возвышенности в рассмотренной литературе освещено слабо. Однозначного мнения по вопросу тенденции водного режима рек Украины пока не существует. Выяснение этого вопроса требует постоянного пополнения изучаемого материала новыми ландшафтно-географическими провинциями и обновления исходных данных с учетом текущих изменений климата и гидрологических характеристик рек.

Целью настоящей работы является исследование многолетней изменчивости водного режима притоков р. Днестр, стекающих с Подольской возвышенности, в связи с изменениями климата.

Предметом исследования в данной работе является гидрологический режим рек Подольи. Объектом исследования – геосистемы, в которых происходит формирование гидрологического процесса. Три уровня организации гидрологических систем имеют свою аналогию в таксономическом ряду и делятся на три уровня микро-, мезо- и макроуровни. В.В. Гребень и ряд других авторов считают, что в качестве индикаторов изменения водного режима рек целесообразно использовать бассейны средних рек, поскольку именно они отображают зональные черты условий формирования стока [8]. Поэтому в перечень рассматриваемых объектов включены две ландшафтно-гидрологические «провинции» с площадью более 3000 км², восемь ландшафтно-гидрологических «районов» с площадью 700-900 км² и два «подрайона» с площадью около 300 км², на которых ярко проявляется влияние подстилающей поверхности. Рек, соответствующих таким масштабам ландшафтно-гидрологических систем как «субконтинент» и «зона» на рассматриваемой территории не имеется. Особенности рядов наблюдений и таксономические данные рек подробно рассмотрены в работе [9]. В данной работе использовались ряды среднегодовых, максимальных и минимальных расходов воды продолжительностью до 2006 г. Основные метеорологические характеристики взяты по метеостанции Тернополь, поскольку она расположена близко к центру рассматриваемой территории, а в качестве дополнительной информации использовались данные метеостанции Львов.

Все имеющиеся данные обрабатывались по известным стандартным методикам статистического анализа метеорологической информации, изложенным в учебниках и другой литературе.

Основной материал исследования. Рассматриваемая территория находится в пределах Подольской возвышенности. На севере граничит с Волынской возвышенностью и Малым Полесьем, а на юге ограничена долиной р.Днестр. В пределах границ данной территории исследованием были охвачены реки от р. Щерек до р. Лядова (табл. 1). Территория имеет преимущественно южный уклон и в этом же направлении текут все исследуемые реки.

Таблица 1– Основные характеристики водосборов исследуемых рек

Река	Пункт	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, м	Средний уклон, ‰
Щерек	Щирец	307	300	2,2
Гнилая Липа	Большовцы	848	320	1,5
Золотая Липа	Бережаны	690	360	2
Коропец	Коропец	476	370	2,4
Серет	Великая Березовица	939	360	1
Серет	Чортков	3170	350	0,9
Збруч	Волочиск	712	320	1,1
Збруч	Завалье	3240	310	0,9
Жванчик	Ластовцы	703	208	2
Смотрич	Купин	799	310	1,6
Мукша	Малая Слободка	302	280	4
Лядова	Жеребиловка	652	280	2,5

Для поверхности водосборов рассматриваемых рек характерны плоские междуречья и глубокие каньеноподобные долины. Глубина вреза достигает 200 м. Из современных рельефообразующих процессов в районе развит карст.

Почвенный покров рассматриваемой территории состоит в основном из темно-серых оподзоленных почв и оподзоленных черноземов. Верхние слои этих почв обогащены кремнекислотой и отличаются более светлым цветом, несмотря на большое содержание гумуса. В грядовой и Верхне-Приднестровской лесостепи отмечается сезонное избыточное увлажнение почв за счет грунтовых вод. Грунтовые воды часто имеют временный характер и образуются на меловых мергелях и других водоупорных породах. В возвышенной части лесостепи грунтовые воды залегают глубже, но в начале лета уровень повышается до 150 см от поверхности. Поэтому темно-серые оподзоленные почвы, залегающие на плотных глинах, как правило, переувлажнены большую часть года. Значительную часть этой территории занимают сельскохозяйственные земли, а преимущественно широколиственные леса только около 13 %.

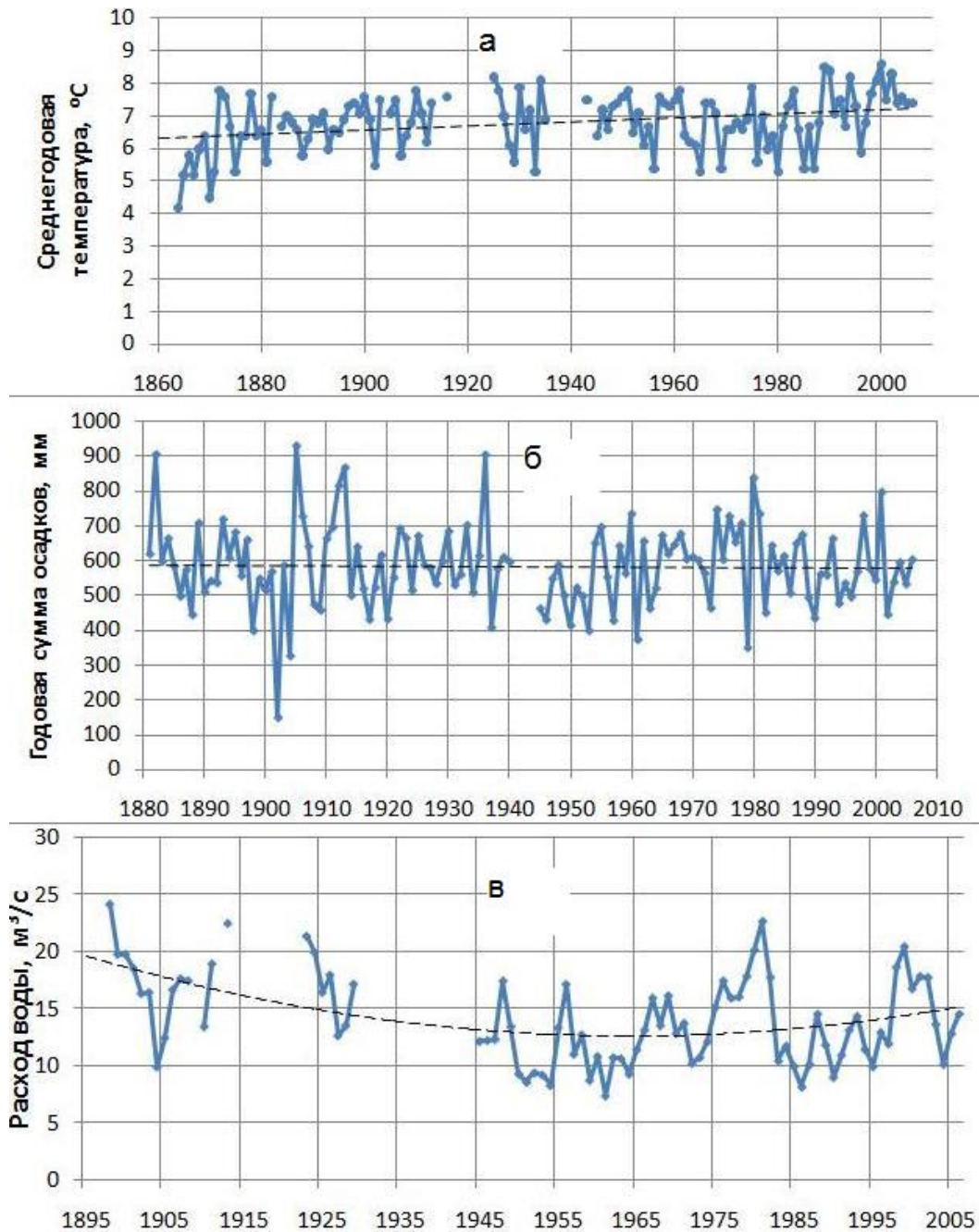


Рис. 1 – Многолетние изменения температуры (а) и осадков (б) по метеостанции Тернополь, многолетние изменения стока р. Серет-Чертков (в).

Умеренно континентальный климат района характеризуется достаточным природным увлажнением и благоприятными температурными условиями. Средняя температура января составляет около -5°C , июля $+19^{\circ}\text{C}$. Количество осадков уменьшается от 650 мм на западе до 570 мм на юго-востоке. Водные ресурсы региона используются как источник водоснабжения, гидроэнергии и орошения. Вследствие этого довольно значительной является зарегулированность почти всех рек рассматриваемой территории.

При рассмотрении основных климатических факторов исследуемой территории за 1864-2006 гг. отмечается увеличение средней годовой температуры на $0,8^{\circ}\text{C}$, рис. 1а (тренд является статистически значимым). В изменении годовых осадков направленное

изменение отсутствует, рис. 1 б. Если рассматривать только послевоенный период с 1945-2006 гг. то установлена тенденция как к увеличению температур воздуха на $0,5^{\circ}\text{C}$, так и увеличению осадков. В северо-западной части Подолии тенденция роста осадков более значительна. Так, по метеостанции Тернополь, увеличение осадков за эти годы оценивается в 45-50 мм, по метеостанции Львов - в 100-110 мм. Имеющиеся данные по наиболее длинному ряду стока р. Серет-Чертков говорят о довольно длительной фазе уменьшения стока с 1890 по 1960 гг. и начавшейся фазе подъема - с 1961 и продолжающейся по 2006 гг., рис. 1 в.

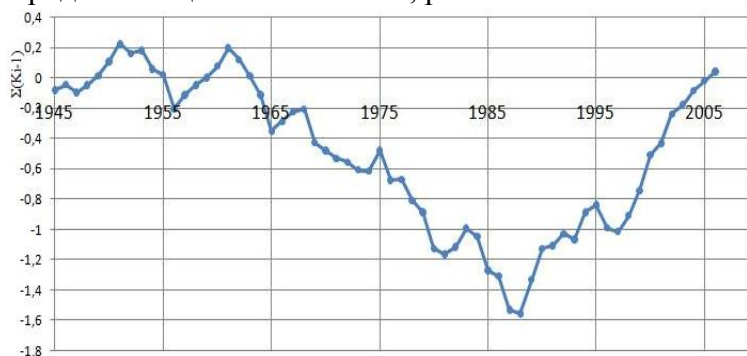


Рис. 2 – Разностная интегральная кривая среднегодовых температур воздуха по метеостанции Тернополь.

В колебаниях среднегодовых температур воздуха с середины 40-х годов прошлого столетия (рис. 2) прослеживается относительно стабильный период с 1945 по 1961 гг. С 1961г. наступает отрицательная или холодная фаза, продлившаяся до 1988 г. и переходящая с 1989 года в теплую.

Сопоставляя разностные интегральные кривые температур воздуха (рис. 2),

годовых осадков (рис. 3) и стока (рис. 4), можно сделать вывод, что колебания годового стока определяются, в первую очередь, многолетней динамикой осадков.

Отрицательная фаза колебаний годовых осадков сопровождается маловодьем, а влажная (положительная) – многоводьем. Смена фаз водности наступает с временным сдвигом в 1 год. Например, конец положительной фазы в колебаниях осадков был отмечен в 1981 году, а годового стока в 1982 г. Переход годовых осадков в положительную фазу (1996 г.) вызвал соответствующий переход стока в многоводную фазу в 1997 году.



Рис. 3 – Разностные интегральные кривые годовых осадков по метеостанциям Тернополь и Львов.

Из сезонных особенностей климатических факторов следует отметить цикличность колебаний осадков зимнего сезона (декабрь-февраль). Так, период до 1995 года соответствует колебаниям годовых осадков, но в отличие от последних перехода во влажную фазу (с 1997 г.) не происходит (рис. 5).



Рис. 4 – Разностные интегральные кривые стока р. Смотрич и р. Серет.

Повышение температур зимнего сезона обуславливает повышение среднегодовых температур. Температуры летнего сезона за рассматриваемый период практически не изменялись. В колебаниях средних температур воздуха за зимний сезон просматриваются те же самые закономерности, что и в колебаниях среднегодовых температур, т.е. с 1988 г. наблюдается последний переход в положительную фазу. Из рис. 4 видно, что на 1982 г. приходится начало следующего гидрологического цикла, поэтому весь период наблюдений целесообразно разбить на два периода:



Рис. 5 – Разностная интегральная кривая осадков за зимний сезон по метеостанции Тернополь.

от начала наблюдений до 1982 г. и от 1983 до 2006 г. По этим периодам было определено сезонное распределение стока, которое представлено в табл. 2.

Ранее В.В. Гребень [10] при сравнении двух упомянутых периодов отмечал значительное выравнивание стока рек на рассматриваемой территории. Существенно уменьшался сток в весенний период, в среднем на 8,2 %, и увеличивался в летний и осенний.

По данным, приведенным в табл. 2 видно, что выравнивание внутригодового распределения стока, которое наблюдалось по 2000 гг., практически прекратилось, а на некоторых реках началось, наоборот, усиление внутригодовой неравномерности. Так, на р. Жванчик весенний сток увеличился на 7,1 % по сравнению с периодом 1983-2000 гг.

В качестве перспективы исследования следует наметить изучение тенденции стока наносов реками Подолли на современном этапе.

Таблица 2 – Сезонное распределение стока воды рек Подолии

Река- Пункт	Весна			Лето			Осень			Зима		
	$Q_I, \%$	$Q_{II}^*, \%$	$Q_{II}, \%$	$Q_I, \%$	$Q_{II}^*, \%$	$Q_{II}, \%$	$Q_I, \%$	$Q_{II}^*, \%$	$Q_{II}, \%$	$Q_I, \%$	$Q_{II}^*, \%$	$Q_{II}, \%$
Щерек-Щирец	32,8	–	33,4	22,9	–	22,6	20,3	–	21	23,9	–	23,1
Гнилая Липа- Большовцы	34,7	29,7	32	24,4	27,6	24,7	19	19,5	19,7	21,7	23,2	23,5
Золотая Липа- Бережаны	33,3	28,8	28,8	25,5	26,6	25,8	20,6	21,9	23,1	20,5	22,7	22,2
Коропец- Коропец	35,0	31,3	34,2	24,8	28,7	25,2	20	21,5	21	20,1	18,5	19,6
Серет- Чортков	36	30,5	32	22,1	23,7	22,9	21,6	23,8	23,1	20,3	22	21,8
Збруч- Завалье	36,8	32,8	30	22,5	23,5	24,5	20,3	20,4	23,8	20,1	23,3	21,5
Жванчик- Ластовцы	35,2	26,3	33,4	24,3	28,6	25,7	21,9	28,8	20,4	18,6	16,3	20,5
Смотрич- Купин	41	33,7	30,8	22,4	22,5	25	17,1	21,3	21	19,6	22,5	23,2
Мукша- Малая Слоб.	41,8	–	27	20,4	–	25,6	16,9	–	22	20,9	–	25,1
Лядова-Же- ребилровка	34,1	–	27,4	20,1	–	19,1	23,9	–	31,5	21,9	–	21,9
Среднее по региону	36	29,5	31	22,9	26,4	24,1	20,2	22,4	22,7	20,8	21,7	22,2

Примечание: Q_I – доля стока за сезон до 1982 г.; Q_{II}^* – сезонная доля стока за период 1982-2000 гг., по данным [10]; Q_{II} – доля стока за сезон периода 1982-2006 гг.

Выводы. Формирование водного режима рек Украинского Подолья последние десятилетия происходит на фоне положительной (с 1989 г.) фазы колебаний среднегодовых температур воздуха и положительной (с 1997 г.) фазы колебаний годовых осадков. Увеличение среднегодовых температур воздуха за период с 1945 до 2006 года составило $0,5^\circ\text{C}$, годовых осадков - 50-100 мм. Колебания годового стока соответствуют колебаниям годовых осадков, но смена фаз водности происходит с запаздыванием в 1 год. Закономерности колебаний температур воздуха в среднем за год и за зимний сезон совпадают. В отличие от колебаний годовых осадков, осадки зимнего сезона, начиная с 1988 года, находятся в отрицательной фазе. Увеличение годовых осадков происходит за счет весеннего сезона и преимущественно осадков марта. Снижение стока весеннего сезона и увеличение стока летнего, отмеченное В.В.Гребнем за период от начала 50-х до 2000 г., стало менее выраженным.

Список литературы

1. Глушков В.Г. Перспективы и пути развития гидрологии в СССР. – Изв. ГГИ, 1934, № 65, с. 23-30.
2. Будыко М.И. Эволюция биосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 488с.
3. Вишневський В.І., Косоветь О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – 324 с.
4. Вишневський В.І. Про природні чинники підтоплення//Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т. 12 – С. 78-82.
5. Вишневський В.І., Косоветь О.О. Зміни стану довкілля України//Географія в інформаційному суспільстві. – 2008. – Т. III – С. 5-13.
6. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін.; За ред. В.К. Хільчевського. - К.: Ніка-Центр, 2007. – 184 с.
7. Лобода Н.С. Потепління та оцінка можливих наслідків перспективи змін водних ресурсів України в умовах глобального потепління//Географія в інформаційному суспільстві. – 2008. – Т. III – С. 17-19.
8. Гребінь В.В. Географо-гідрологічний аналіз як метод досліджень сучасних змін водного режиму річок//Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 9 – С. 17-30.
9. Мельник С.В., Киндюк Б.В., Дилевская Е.В. Сток взвешенных наносов на реках Подольской возвышенности// Вісник Дніпропетровського університету. Серія геологія, географія. 2006. – Вип. 8. – №10. – С. 78-84.
10. Гребінь В.В. Внутрірічний розподіл стоку води і наносів лівобережних приток Дністра та його сучасні зміни. //Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7 – С. 133-142.

Багаторічна мінливість клімату й водного режиму річок Подолії.

Лобода Н.С., Мельник С.В.

Проводиться аналіз багаторічної мінливості кліматичних факторів у межах Подолії. Відзначається статистично значиме підвищення температури в регіоні при відсутності змін у тенденції опадів. У стоці річок триває фаза підвищення водності, що почалася у 1998 р. Сезонний перерозподіл стоку річок з розглянутої території став менш вираженим, а на деяких річках почався зворотний процес (підвищення частки стоку у весняний сезон).

Ключові слова: річки Подолії, багаторічні зміни температури, стік води, сезонні зміни стоку.

Long-term variability of a climate and water regime of the rivers of Podol.

N. Loboda, S. Melnyk

The analysis of long-term variability of climatic factors within Podol is carried out. Statistically significant rise in temperature in region in the absence of changes in the tendency of sediments is marked. In a runoff of the rivers the phase which has begun in 1998 of increase of hydraulicity proceeds. Seasonal redistribution of a runoff of the rivers from considered territory became less expressed, and on some rivers return process (increase of a share of a runoff during a spring season) has begun.

Keywords: the rivers of Podol, long-term changes of temperature, a water runoff, seasonal changes of a runoff.