

Комплексный подход к проблеме сохранения стратотипов и типовых разрезов мезозоя Горного Крыма

Одесский национальный политехнический университет, Одесский государственный экологический университет, г. Одесса
e-mail: melnik_sv@ukr.net

Аннотация. Установлены изменения в характере колебаний годового стока рек верхнего и среднего Днестра в последние десятилетия на основе кластерного анализа. Показано, что усиливаются различия в колебаниях стока горной и левобережной части верхнего Днестра.

Ключевые слова: годовой сток, кластерный анализ, изменения в характере колебаний.

Речной сток характеризуется большой изменчивостью распределения, как во времени, так и в пространстве. Имеющиеся ряды наблюдений не позволяют делать выводы о крупномасштабных колебаниях стока, содержат пропуски, что приводит к погрешностям оценки гидрологических характеристик. Сток многих рек подвержен влиянию хозяйственной деятельности. С целью компенсации недостатка наблюдений и повышения качества и надежности гидрологических оценок в гидрологических расчетах прибегают к пространственному обобщению исходной информации (картированию или районированию). За счет совместного (группового) анализа групп гидрологически однородных объектов можно избежать многих ошибок случайного характера [1]. Другими словами индивидуальные ошибки определения характеристик стока могут оказаться больше групповых, полученных в результате статистической обработки данных в пределах одной группы. В связи с этим выбор способа географического обобщения информации, а также анализ и интерпретация обобщений, выполненных на основе методов многомерного статистического анализа, имеет большое значение для изучения полей гидрометеорологических величин [2].

Вопросам классификации рек и гидрологическому районированию уделялось много внимания различными исследователями. Классическими считаются работы П.С.Кузина (1960) по районированию территории бывшего Советского Союза. Позднее П.С. Кузин и В.И. Бабкин (1979) с целью исследования синхронности колебаний годового стока рассматривали разностные интегральные кривые для годового, межennaleго и паводкового стока 200 опорных створов средних рек. Непосредственно для территории Украины исследования по синхронности колебаний годового стока выполнялись в УкрНИГМИ [3] на основе использования коэффициента асинхронности. С конца 60-х прошедшего столетия широкое распространение в исследования пространственно-временных закономерностей гидрометеорологических полей получили методы многомерного статистического анализа: Лоули Д., Максвелл А. (1967), Дж.О.Ким, Ч.У.Мьюллер, У.Р. Клекка и др.(1989), Мещерская А.В., Руховец Л.В., Юдин М.И., Яковлева Н.И. (1970), Евстигнеев В.М. (1990), Смирнов Н.П., Склярченко В.Л. (1986) и др. В последнее десятилетие Н.С. Лободой [4] были выполнены на основе факторного анализа и метода главных компонент районирование территории Украины по синхронности колебаний годового стока, а также произведено районирование статистических параметров годового стока рек Украины на основе группового анализа исходных данных, разработанного С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем (1981).

Особое место в гидрологии приобрело ландшафтно-гидрологическое районирование. Структура и иерархия таких систем была предложена учеными Сибирского отделения института географии РАН, и для территории Украины разрабатывалась А.М. Мариничем, П.Г. Шищенко [5], что нашло свое дальнейшее развитие в работах В.В. Гребеня [6], который использовал факторный и кластерный анализ с целью выделения ландшафтно-гидрологических систем в стокоформирующие комплексы.

В работе [3] была установлена асинхронность колебаний рек правобережной и левобережной Украины. В работе [7] выделены Западный, Восточный и Крымский районы, в пределах которых колебания годового стока можно рассматривать как синфазные. В тоже время для каждого района выделялись подрайоны, внутри которых колебания можно рассматривались как синхронные. Согласно этому районированию верхняя часть водосбора р.Днестр входит в подрайон 1а, средняя в подрайон - 1 б, начиная от реки Серет и заканчивая р.Марковка.

Согласно ландшафтно-гидрологическому районированию В.В.Гребеня [6] рассматриваемая территория включает в себя Прут-Днестровскую ландшафтно-гидрологическую провинцию, Бужско-Днестровскую ландшафтно-гидрологическую провинцию (Ростоцко-Опольский возвышенный ландшафтно-гидрологический район, который заканчивается рекой Стрыпа) и Днестровско-Днепровскую ландшафтно-гидрологическую провинцию (Подольско-Приднепровский возвышенный

ландшафтно-гидрологический район, который включает в себя левобережные притоки среднего течения р. Днестр).

Таким образом, рассматриваемая территория верхней и средней части водосбора р.Днестр в пределах Украины по условиям формирования стока делится на горную часть, сток которой формируется в пределах Украинских Карпат, и левобережную, которая входит в разные географические зоны. Левобережные притоки верхнего течения р.Днестр находятся широколиственной влажной ландшафтно-гидрологической зоне, а левобережные притоки среднего течения – в лесостепной зоне недостаточного увлажнения.

Закономерности колебаний годового стока рек обусловлены, в первую очередь, крупномасштабными атмосферными процессами, среди которых для территории западной Украины особенно значимым является Северо-Атлантическое колебание [7]. Преобладающее воздействие одного и того же атмосферного процесса обусловило синфазность колебаний стока в пределах всей изучаемой территории. Однако, положение и активность центров действия атмосферы меняется во времени и пространстве, что и обуславливает изменения в колебаниях стока [8]. исследование полей годового стока на основе методов главных компонент и множественной регрессии [9] позволило установить, что их статистическая структура определяется, главным образом, географическим положением водосборов, их средней высотой, нормой инфильтрации осадков в подстилающую поверхность, размерами площади водосборов и их заболоченностью. Последние два показателя формирования стока относятся к факторам подстилающей поверхности и обусловлены мезомасштабными географическими процессами. Особенно различаются реки горной части бассейна р. Днестр и его левобережные притоки по вкладу подземного питания в формирование годового стока. Для горной части он составляет 20%, а для левобережных притоков верхнего течения около 50%, снижаясь в среднем течении до 38% [10]. Дело в том, что на водосборах левобережных притоков р.Днестр расположены карстовые образования, которые способствуют поглощению поверхностного стока и переводу его в подземный. В тоже время карстовые образования выполняют пространственное перераспределение стока, обуславливая перетекание вод из одного водосбора в другой. В работе Н.С. Лободы и В.Н. Дорофеевой путем сопоставления средних многолетних величин зонального и местного стока закарстованных водосборов было показано, что область питания карста преобладает на левобережных притоках до р. Гнилая Липа включительно, ниже расположена область разгрузки карста [11]. Существенное воздействие на характер колебаний годового стока рек оказывает изменение климата, которое происходит неодинаково в разных географических зонах [12].

Учитывая многообразие выделенных факторов формирования стока в пределах изучаемой территории, авторы поставили своей задачей исследование характера колебаний годового стока рек верхнего и среднего Днестра с учетом данных последнего десятилетия на основе метода кластерного анализа.

В работе использованы данные по 82 гидрологическим постам с продолжительностью наблюдений до 2010 года включительно (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения постов наблюдений верхнего и среднего Днестра

В колебаниях стока больших рек Правобережной Украины (Тиса, Прут, Днестр, Припять, Западный Буг, Южный Буг) были выделены 3 фазы колебаний водности: с 1942 г. по 1964 г. – маловодная фаза, с 1965 по 1982 г. – многоводная фаза, и с 1983 вновь началась маловодная фаза, на фоне которой наблюдался некоторый подъем водности в первое десятилетие нового столетия [13]. Такая же тенденция отчетливо просматривается на притоках Днестра (рис.1), что вызвано увеличением осадков (рис. 2).

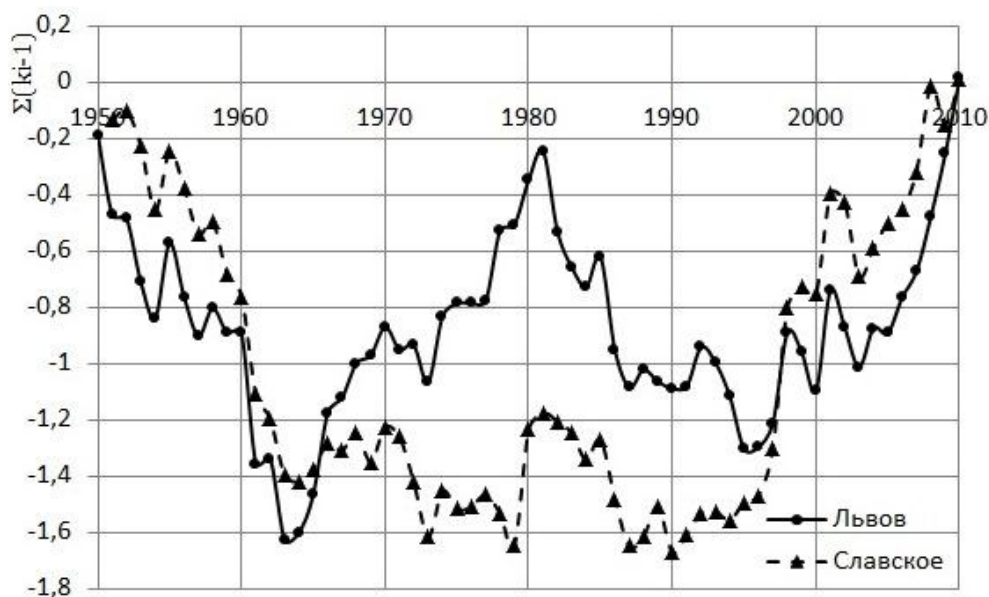


Рис. 2. Разностные интегральные кривые осадков по метеостанциям г. Львов и с. Славское

Некоторые проявления несинхронности в колебаниях годового стока левобережных притоков Днестра обусловлены наличием карста и водохозяйственной деятельностью. На реках лесостепной зоны, как правило, расположены водохранилища, выполняющие многолетнее регулирование (Тернопольское на р. Серет), ГЭС (Петрашевская ГЭС на р. Мукша), выполняется интенсивный сброс вод (г. Каменец-Подольский). Анализ изменений годового, максимального и минимального стока выполненный для рек Украины В.В. Гребенем, в том числе и Днестра, показал, что на горных притоках Днестра максимальный сток не претерпевает значительных изменений, в то время как на левобережных притоках за счет участвовавших оттепелей и фильтрации талых вод в закарстованные водоносные горизонты происходит снижение максимального стока и увеличение стока межени. Происшедшие изменения могут отразиться на колебаниях стока рек.

С целью выявления изменений в характере колебаний стока притоков р. Днестр, происшедших в последние десятилетия нами на основе разностных интегральных кривых годового стока по пересечению с осью абсцисс было выделено 2 полных цикла колебаний водности (рис.3). Первый цикл длится с 1950 г. по 1982 г. и второй с 1983 г. по 2010 г. В связи с тем, что на некоторых реках наблюдения начались в начале 60-х годов прошлого века, первый период был принят начинающимся с 1963 г.

Выбранный для исследований кластерный анализ (англ. Data clustering) позволяет решать задачу разбиения заданной выборки объектов на непересекающиеся подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались.

Чаще всего используют два алгоритма кластеризации. Первый – обобщенная алгомеративная процедура или древовидная кластеризация. Этот метод используется при небольшом количестве исходных данных. Второй – многочисленная группа так называемых итеративных методов кластерного анализа (например, метод k – средних). Их сущность заключается в том, что процесс классификации начинается с задания некоторых начальных условий (количество образуемых кластеров, порог завершения процесса классификации и т.д.). Метод используется для обработки больших статистических совокупностей. Более подробное описание алгоритмов и методов кластерного анализа приведено в работе [14]. Расходы воды на рассматриваемых постах отличаются на несколько порядков, поэтому к матрице исходных величин была применена процедура нормализации.

Использование метода k – средних гарантировано позволяет разбить все посты наблюдений на классы (кластеры). Одной из важных задач исследователя при использовании этого способа является указание количества кластеров, на которые нужно разделять исследуемые переменные. Метод

предполагает задание процедуры выбора начальных центров кластера. Выберем способ максимизации расстояний между кластерами. В этом случае на первом этапе выбираются первые k (в соответствии с количеством кластеров) наблюдений, которые служат центрами кластеров. Последующие наблюдения заменяют ранее выбранные центры в том случае, если наименьшее расстояние до любого из них больше, чем наименьшее расстояние между кластерами. В результате этой процедуры расстояние между кластерами максимизируются.

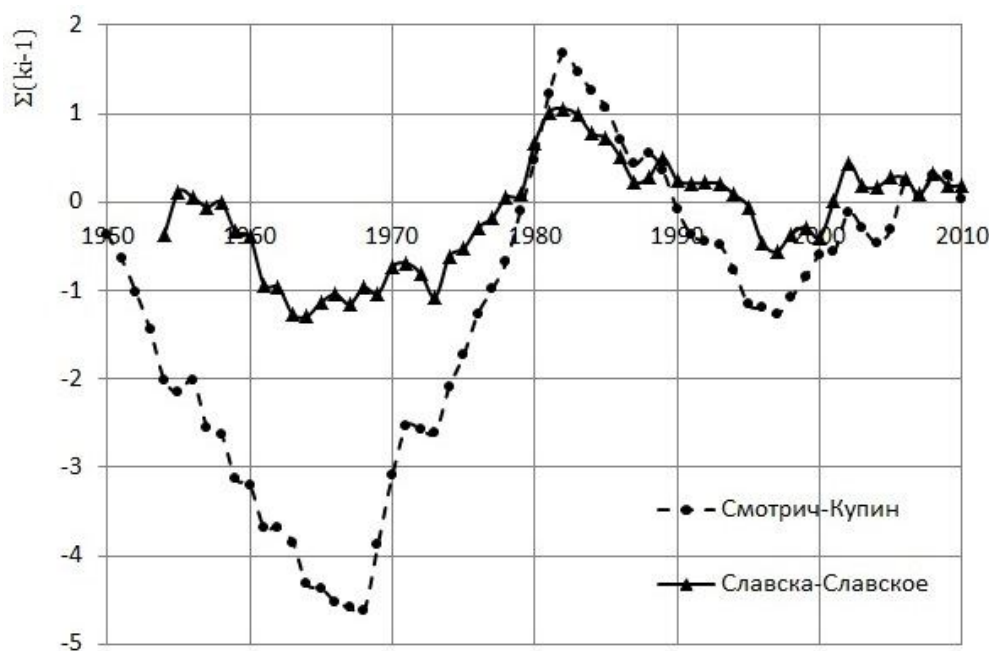


Рис. 3. Разностные интегральные кривые годового стока р. Смотрич – с. Купин и р. Славска – с. Славское

Применение метода k – средних, с заданным конечным количеством кластеров, к матрице нормализованных среднегодовых расходов за первый период позволяет получить разбиение, представленное в таблице 1. Следует отметить, что внутри каждого кластера корреляционные связи между рядами стока находятся в интервале 0,8-0,9. Связи между кластерами характеризуются коэффициентами корреляции ниже 0,5.

При сопоставлении распределений за первый и второй периоды основное изменение по кластерам отмечается для верхней части Днестра. Так во втором периоде водосборы верхних участков рек Стрия, Свичи и Ломницы переходят из Верхнекарпатского кластера в Восточнокарпатский. Если ранее колебания стока происходили синхронно как в горной части Днестра, так и на его левобережных притоках в верхнем течении, то с начала века эта синхронность нарушилась и колебания стали синфазными. В результатах кластерного анализа это выражено через выделение в верхней части левобережных притоков Днестра Ростоцко-Опольской части Подольского кластера с номерами водосборов 43-48 (один из шести кластеров распался на две части). Вторая часть Подольского кластера расположена в нижней части бассейнов рек Збруч, Жванчик, Смотрич, Мукша, Ушица. Хотя между этими двумя частями находится Западноподольский кластер они объединены общим свойством – интенсивным ростом стока в период 1996-2010 гг. В остальных выделенных кластерах существенных изменений не произошло.

Применение кластерного анализа к временным последовательностям годового стока рек верхнего и среднего Днестра в периоды (1963-1982) и (1983-2010) позволило установить различия в пространственно-временных закономерностях распределения колебаний годового стока. Основные изменения касаются верхней части бассейна р.Днестр, где стали проявляться существенные различия в колебаниях стока горных и левобережных равнинных притоков. Произошло также перераспределение водосборов в кластерах охватывающих верховья горных рек. Установленные изменения в характере колебаний стока отражают пространственно-временные изменения климата, вызывающего преобразование в условиях формирования годового стока и его внутригодового распределения.

Полученное районирование позволяет получить новое представление о формировании закономерностей колебаний стока в бассейне Днестра в период потепления. С помощью используемых методик и полученных результатов районирования можно в дальнейшем отслеживать изменения в характере колебаний годового стока.

Таблица 1.

Распределение водосборов по кластерам за период 1963-1982 гг.

Название кластера	№ по рис. 1	Водосборы вошедшие в кластер	Название кластера	№ по рис. 1	Водосборы вошедшие в кластер	
Днестровский	2	Днестр - Г.Самбор	Внешнекарпатский	1	Днестр - с. Стрелки	
	3	Днестр - Пгт.Роздол		12	Стрый - с. Матков	
	4	Днестр - С.Журавно		13	Стрый - с. Завадовка	
	5	Днестр - Г.Галич		16	Стрый - с. Новый Крапивник	
	6	Днестр - Г.Залежики		20	Яблонька - г.Турка	
	7	Днестр - С.Жванец		24	Славска - пгт. Славское	
	9	Днестр - Г.Могилев-Подольский		25	Рожанка - с. Ружанка	
	10	Быстрица - с.Озимина		26	Головчанка - с. Тухля	
	11	Тысьменица - г.Дрогобыч		27	Орава - х. Святослав	
	17	Стрый - С.Сопот		28	Свича - х. Мысловка	
	18	Стрый - Пгт. Верхнее Синевидное		32	Ломница - с. Осмолода	
	22	Рыбник - с. Рыбник		Восточнокарпатский	29	Свича - с. Заречное
	23	Опор - г. Сколе			30	Лужанка - с. Гошев
	39	Ворона - г.Тысьменица			31	Сукель - с. Тисов
	42	Быстрица - С.Ямница			33	Ломница - с. Перевозец
	43	Стрвяж - Г.Хыров			34	Чечва - с. Спас
	44	Стрвяж - С.Луки			35	Дуба - с. Дуба
	45	Верищица - г. Комарно			36	Луква - с. Боднар
	46	Щерек - Пгт. Щирец	37		Быстрица -Надворнянская - с. Пасечна	
	47	Зубра - С. Дымовка	40		Быстрица Солотвинская - с. Гута	
48	Свиж - Пгт. Букачевцы					
Западно-подольский	49	Гнилая Липа - г. Рогатин	Среднеподольский	62	Ничлава - с. Срелковцы	
	50	Гнилая Липа - пгт. Большовцы		63	Гнилая - с. Лучковцы	
	51	Золотая Липа - г. Бережаны		65	Збруч - с. Завалье	
	53	Золотая Липа - с. Задаров		66	Жванчик - с. Кугаевцы	
	54	Коропец - г. Подгайцы		67	Жванчик - с. Ластовцы	
	55	Коропец - с. Коропец		68	Смотрич - с. Купин	
	56	Стрыпа - х. Каплинцы		69	Смотрич - с. Цыбулевка	
	57	Стрыпа - г. Бучач	70	Мукша - с. Малая Слободка		
	58	Гнезна - с. Плебановка	Восточноподольский	64	Збруч - Г. Волочиск	
	60	Серет - пгт. Великая Березовица		72	Ушица - С. Зиньков	
	61	Серет - г. Чертков		73	Ушица - С. Кривчаны	
				74	Батыг - С. Замехов	
				75	Калюс - Пгт. Новая Ушица	
		76		Лядова- С.Жеребилровка		
		77	Немия - С. Озаринцы			
		78	Мурафа - С. Кудиевцы			
		81	Марковка - С. Слобода-Подлесовская			

Литература

- Христофоров А.В. Надежность расчетов речного стока / А.В. Христофоров — М.: Изд.-во МГУ, 1993. — 168 с.
- Школьный Є.П. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: навчальний підручник / Є.П. Школьний, І.Д. Лоева, Л.Д. Гончарова — К.: Міносвіти України, 1999. — 600 с.
- Синайская Т.М. Асинхронность стока и водные ресурсы основных рек районов орошения УССР / Т. М. Синайская, Ю.В. Швейкин // УкрНИГМИ: труды. — Л., 1971. — Вып. 71. — С. 124-136.
- Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография / Н.С. Лобода — Одесса: Экология, 2005. — 208 с.
- Маринич О.М. Фізична географія України: Підручник / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко — К.: Знання, 2005. — 511 с.
- Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь — К.: Ніка-центр, 2010. — 316 с.
- Лобода Н.С. Оцінка впливу мінливості Північно-Атлантичного та Скандинавського коливаний на гідрометеорологічні характеристики України / Н.С. Лобода, А.О. Коробчинська // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2010. — Т. 18. — С. 91-98.
- Глобальные и региональные изменения климата / под ред. В.М. Шестопалова, В.Ф. Логинова, В.И. Осадчего — К.: Ніка-Центр, 2011. — С. 340-352.

9. Лобода Н. С. Выделение основных стокоформирующих факторов на основе параметризации гидрологических процессов при помощи метода главных компонент (на примере рек верхнего Днестра до г. Могилев-Подольский) / Н. С. Лобода, М. Ехнич, О. Шаменкова // Збірник наукових статей II міжнародної науково-практичної конференції "Ресурси природних вод Карпатського регіону". – Львів. – 2003. – С. 77-81.
10. Бефани А.Н. Расчет нормы стока временных водотоков и горных рек украинских Карпат / А.Н. Бефани, О.Н. Мельничук // УкрНИГМИ: труды. – Л., 1967. – Вып. 69. – С. 105-137.
11. Лобода Н.С. Природний річний стік і вплив чинників підстильної поверхні лівобережних приток Дністра / Н.С. Лобода, В.П. Дорофеєва // Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук.праць. – Н.:ФОП "Лисенко М.М.", 2012. – Т.1 – С.188-192.
12. Лобода Н. С. Стан водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління / Н.С. Лобода, В.П. Дорофеєва // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т3(24). – С. 36-44.
13. Лобода Н.С. Закономірності коливань річного стоку річок України при змінах клімату на початку XXI сторіччя / Н. С. Лобода // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. Т.18. – С. 62-70 .
14. Мандель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

Анотація. С. В. Мельник, Н. С. Лобода **Коливання стоку річок басейну верхнього і середнього Дністра (в межах України).** Встановлені зміни в характері коливань річного стоку річок верхнього і середнього Дністра за останні десятиріччя на основі кластерного аналізу. Показано, що посилюються відмінності в коливаннях стоку гірської і лівобережної частин верхнього Дністра.
Ключові слова: річний стік, кластерний аналіз, зміни в характері коливань.

Abstract. S. Melnyk, N. Loboda **Fluctuations of the runoff of the rivers of the top and average Dnestr (within Ukraine).** Modifications in character of oscillations of an annual runoff of the rivers of the upper and average Dnestr last decades on the basis of the cluster analysis are installed. It is shown that differences in annual runoff fluctuation of a mountain and left-bank part of the upper Dnestr gain in strength.
Keywords: an annual runoff, data clustering, modifications in character of oscillations.

Поступила в редакцію 29.01.2014 г.