

ОЦЕНКА НА СИНХРОННОСТТА НА СЕЗОННИТЕ  
КОЛЕБАНИЯ НА РЕЧНИЯ ОТТОК В  
РОДОПСКИЯ МАСИВ

Кирил Стойчев

Изследването на количествените изменения на речния отток във времето има важно значение както за изчисляване на хидроложките характеристики, така и за рационално използване на водните ресурси.

Целта на настоящата статия е да даде количествена оценка на синхронността на оттока в една от най-разнообразните по условия на формиране на оттока планини в страната.

Колебанията на оттока в разглежданата планина са засегнати в някои общи публикации (Пенчев, Клиге, Зяпков и др. 1965, Зяпков, Йорданова, 1982). В тези и други публикации се посочва, че колебанията имат в общи линии синхронен характер в цялата страна, без да се прави конкретна оценка на този елемент. По-конкретно разглеждане на синхронността на колебанията, но само за годишния отток, е направено от К. Стойчев и В. Жук (1989) и Stoitchev (1989).

За оценка на синхронността на колебанията на оттока в настоящото изследване се използват данните от 20 хидрометрични станции, сравнително равномерно разположени върху територията на района, и които имат относително дълги и пълни хидрометрични редици.

Хидрометричните наблюдения на речния отток в Родопския планински масив започват през 1936 г. с основаването на няколко хидрометрични станции в долното течение на реките Чепинска, Стара река и Арда. Голям брой станции биват открити във вътрешността на планината от началото на 50-те години във връзка с уточняване на хидроложките характеристики на обектите на хидротехническото строителство. В резултат на настъпилите антропогенни изменения на оттока обаче много от тези станции впоследствие бяха закрити или премествани по няколко пъти.

Ето защо за надеждна характеристика на синхронността на оттока могат да се използват данните за периода 1949/1950 – 1985/1986 г. Еднородността на хидроложките редици на сезонните величини на оттока бе оценена по методите на Уилкоксън, Студънт, Диксън и Грабс. Приложимостта на първите два метода е широко известна. Нови за нашата, а до известна степен и за съветската хидроложка литература, са методите на Грабс и Диксън. Те дават оценка на еднородността на редиците чрез първите и последните няколко члена на кривата на емпиричната обезпеченост, което има особено важно значение за оценката на колебанията на оттока. Преди проверката, в някои от хидроложките редици бяха отчетени прехвърляните водни количества през хидротехническите съоръжения. Оценката показва, че някои от хидроложките редици не удовлетворяват 5 % ниво на значимост, поради което бяха отхвърлени. Такива се оказаха някои от станциите във водосбора на язовир „В. Коларов“, Баташкия водно-силов път и каскада „Въча“. В разработката по методични съображения не бяха включени и станции, чиито водосбори влизат един в друг, с някои малки изключения, наложени от необходимостта за уточнение.

Синхронността и асинхронността на оттока в досегашните изследвания както в други страни, така и у нас (Пенчев, Калинова, 1971; Стойчев, Генев, Хризова, 1971) се анализираше до неотдавна чрез сравняване на графиците на филтрираните средни величини и интегралните криви. Съвременните изчислителни средства създадоха възможност за прилагане на количествени математични методи при тази оценка. На първо място това се постига чрез първия анализ, който се прилага чрез метода на главните компоненти, дискриминантния анализ и метода на разпознаване на образите (кластерен анализ).

При метода на разпознаване на образите, на който се основава нашето изследване, в качеството на мяра за синхронност се използва коефициентът на полето на корелация. Този коефициент има точно определено количествено изражение, изменя се в пространството и е свързан по този начин с мярата за разстояние. Получаваната корелационна матрица, изразяваща полето на корелация, както посочват редица автори, има обективен характер и може да се използва за класификация и райониране. Електронноизчислителната техника дава възможност за получаване на огромни матрици. При интерпретацията им обаче също възникват някои затруднения. Ето защо за целта се

разработват специални алгоритми за графично изобразяване на получаваната информация. По такъв алгоритъм, предложен ни от катедрата по хидрология на сушата на МГУ, у нас бяха създадени програми на Фортран-77 с СИ, които се използват за настоящото изследване.

Важно значение при определянето на таксоните има величината на минималния корелационен коефициент. В съветската хидроложка литература (Жук, Скормяков, 1984) за такъв критерий се приема  $R = 0,5$ .

Изхождайки от практическата значимост на резултатите, ние считаме че при по-разнообразни физикогеографски условия стойността на този критерий може да се повиши до 0,65. При такъв коефициент в нашите планински райони в таксоните се включват реки, които формират оттока си при сравнително еднородни физикогеографски условия. По-малък корелационен коефициент може да се използва при определяне на по-едрите таксономични единици, каквито са областите и зоните.

Извършените изчисления на полетата на корелация на сезонните величини на оттока (възприети по схемата на Панайотов, 1971), са поместени в таблици 1–3 и дендрограмите на фиг. 1 (а,б,в). При внимателното разглеждане на тези данни се вижда, че корелационните коефициенти между отделните хидрометрични станции в Родопския масив са твърде разнообразни и се движат от 0,20 до 0,96. Най-големи са тези коефициенти при съседни и еднакви по физикогеографски условия басейни и намаляват при отдалечени и различаващи се по условия на формиране на оттока станции.

Извършената класификация на тези коефициенти с помощта на дендрограмите, при стъпка на корелационния коефициент 0,05, показва, че отделните хидрометрични станции се групират и формират добре обособени в териториално отношение таксони. В тези таксони колебанията на оттока протичат по сравнително еднакъв начин и се различават от тези в съседните таксони.

Най-високите стойности на корелационните коефициенти, при които речните басейни се свързват в групи от две и повече станции, през зимния сезон достигат 0,90, а през пролетния и летно-есенния сезон – до 0,95. Такава почти пълна синхронност в колебанията на оттока обаче се наблюдава само при близки, и то малки водосбори, които имат почти напълно еднакви физикогеографски условия за формиране на оттока – например ХМС 281



Корелационна матрица на пролетния отток

Т а б л и ц а 2

ХМС	228	255	259	432	256	271	272	303	278	281	323	311	312	433	275	322	314	319	346	320
228	1.00	0.85	0.73	0.81	0.73	0.69	0.70	0.68	0.69	0.73	0.47	0.49	0.62	0.50	0.73	0.56	0.79	0.42	0.66	0.66
255		1.00	0.76	0.75	0.60	0.63	0.64	0.72	0.62	0.68	0.48	0.48	0.61	0.48	0.67	0.53	0.75	0.40	0.66	0.63
259			1.00	0.76	0.62	0.66	0.60	0.72	0.60	0.65	0.43	0.45	0.64	0.48	0.63	0.53	0.73	0.39	0.66	0.68
432				1.00	0.50	0.54	0.68	0.68	0.63	0.57	0.43	0.52	0.66	0.56	0.68	0.53	0.81	0.42	0.72	0.60
256					1.00	0.90	0.37	0.49	0.60	0.87	0.50	0.52	0.48	0.47	0.73	0.59	0.63	0.47	0.43	0.50
271						1.00	0.43	0.56	0.55	0.89	0.54	0.51	0.47	0.47	0.66	0.54	0.53	0.51	0.50	0.58
272							1.00	0.73	0.54	0.42	0.44	0.55	0.69	0.60	0.55	0.64	0.50	0.29	0.84	0.80
303								1.00	0.72	0.62	0.53	0.57	0.62	0.36	0.76	0.57	0.56	0.41	0.77	0.69
278									1.00	0.70	0.64	0.65	0.73	0.47	0.93	0.66	0.51	0.64	0.68	0.62
281										1.00	0.59	0.55	0.56	0.46	0.83	0.62	0.54	0.56	0.54	0.58
323											1.00	0.90	0.73	0.50	0.65	0.51	0.40	0.85	0.65	0.61
311												1.00	0.78	0.61	0.65	0.68	0.42	0.71	0.70	0.64
312													1.00	0.64	0.73	0.73	0.59	0.63	0.85	0.83
433														1.00	0.50	0.66	0.49	0.43	0.64	0.56
275															1.00	0.72	0.59	0.62	0.70	0.65
322																1.00	0.40	0.42	0.72	0.69
314																	1.00	0.36	0.58	0.53
319																		1.00	0.54	0.54
346																			1.00	0.86
320																				1.00

Корелационна матрица на летно-есенния отток

Т а б л и ц а 3

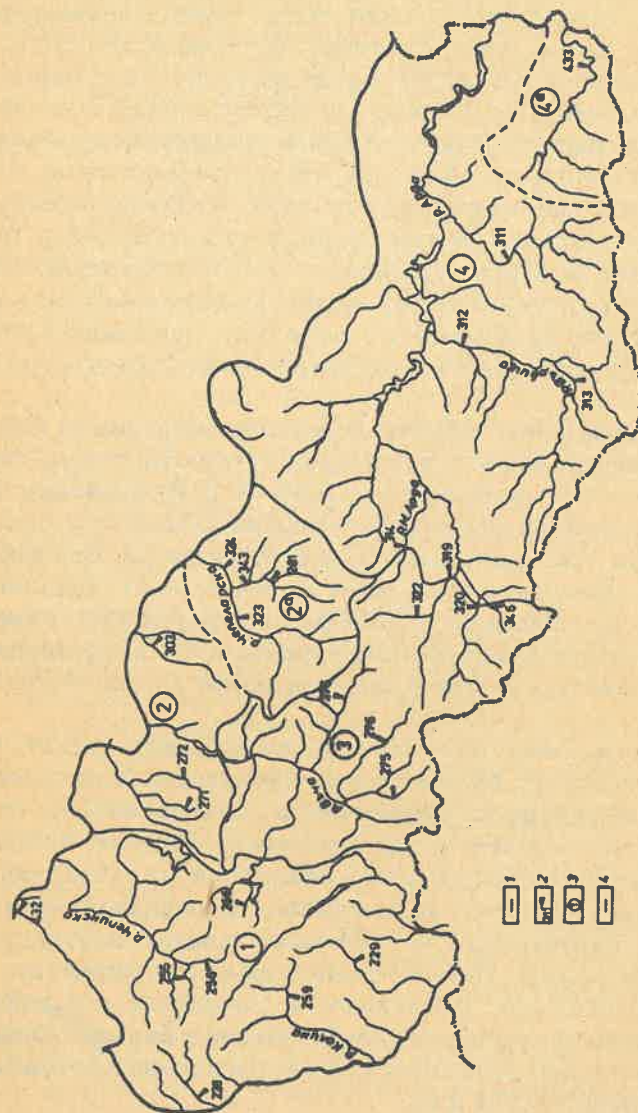
ХМС	228	259	255	432	320	346	278	314	319	322	278	281	323	256	271	272	303	311	312	433
228	1.00	0.82	0.60	0.87	0.78	0.72	0.76	0.67	0.76	0.63	0.58	0.65	0.80	0.74	0.81	0.72	0.82	0.58	0.66	0.85
259		1.00	0.78	0.80	0.79	0.77	0.66	0.47	0.67	0.66	0.49	0.58	0.66	0.70	0.79	0.67	0.82	0.44	0.64	0.61
255			1.00	0.71	0.65	0.66	0.62	0.54	0.72	0.65	0.49	0.55	0.62	0.69	0.79	0.58	0.66	0.37	0.52	0.62
432				1.00	0.67	0.65	0.79	0.78	0.80	0.57	0.57	0.65	0.81	0.89	0.85	0.84	0.79	0.48	0.72	0.68
320					1.00	0.93	0.71	0.61	0.79	0.99	0.57	0.62	0.77	0.60	0.85	0.63	0.72	0.48	0.67	0.73
346						1.00	0.70	0.49	0.74	0.85	0.45	0.53	0.73	0.59	0.79	0.59	0.67	0.41	0.67	0.69
278							1.00	0.72	0.79	0.58	0.68	0.77	0.86	0.73	0.79	0.73	0.64	0.60	0.83	0.84
314								1.00	0.81	0.64	0.59	0.54	0.73	0.67	0.81	0.59	0.48	0.37	0.55	0.61
319									1.00	0.77	0.67	0.70	0.87	0.81	0.94	0.76	0.71	0.44	0.77	0.78
322										1.00	0.40	0.41	0.63	0.57	0.85	0.45	0.55	0.24	0.49	0.57
278											1.00	0.91	0.69	0.54	0.59	0.60	0.55	0.73	0.66	0.65
281												1.00	0.79	0.65	0.64	0.75	0.71	0.69	0.80	0.78
323													1.00	0.79	0.85	0.85	0.73	0.55	0.88	0.87
256														1.00	0.83	0.88	0.78	0.32	0.78	0.67
271															1.00	0.76	0.74	0.40	0.73	0.75
272																1.00	0.80	0.43	0.86	0.74
303																	1.00	0.48	0.73	0.67
311																		1.00	0.49	0.59
312																			1.00	0.86
433																				1.00

При нанасянето на таксоните за отделните сезони на хидрографската карта на Родопите се вижда следното (фиг. 2). Таксон № 1 обхваща района на притоците на река Места от рида Дъбраш – р. Златарица, р. Канина и др.; както и притоците на р. Марица, р. Яденица и р. Чепинска. Характерно за него е, че и през трите сезона границите му се запазват. Този район със синхронни колебания на оттока до голяма степен съвпада със Западнородопската подобласт във физикогеографското райониране на страната (В а п ц а р о в, В е л е в, Й о р д а н о в а и др., 1989). Във физикогеографско отношение той се отличава с преобладаващ среднопланински релеф, широко разпространена билна денудационна повърхнина, сравнително добро овлажнение, голяма залесеност с иглолистни и широколистни гори и кафяви горски почви. Средните коефициенти на взаимна корелация в района през зимния, пролетния и летно-есенния сезон са съответно 0,71, 0,67, 0,67.

Вторият район обхваща северните склонове на Среднородопската област, в които са разположени притоците на р. Марица – Стара река, част от басейна на р. Въча, р. Първенецка. През пролетния и летно-есенния сезон неговият обхват се разширява (фиг. 2), като обхваща и басейна на р. Чепеларска. Във физикогеографско отношение този район се отличава от предишния с по-дълбока разчлененост на релефа и по-значително развитие на карстовите процеси. Средните корелационни коефициенти за зимния, пролетния и летно-есенния сезон са съответно 0,69, 0,80, 0,79.

Третият район включва горните течения на реките Въча и Арда в ридовете Мурсалица и Чернатица. Хидроложката особеност на района по отношение на колебанията на оттока идва от силното развитие на карстовите процеси, дълбоката разчлененост на релефа, която намалява скоростта на влагооборота и по-голямата откритост за нахлужванията на влажни въздушни маси от юг. Характерно е, че този район запазва очертанията си през всички сезони. Неговото оконтуриране в северната част поради значителните антропогенни нарушения е в известна степен условно и подлежи на доуточняване в бъдеще. Средните корелационни коефициенти за зимния, пролетния и летния сезон са съответно 0,74, 0,70, 0,68.

Четвъртият район на синхронни колебания на сезонния отток обхваща изцяло басейна на р. Арда (фиг. 2), без горното ѝ течение, и съвпада почти с Източнородопската подобласт в



Фиг. 2. Райони на синхронни колебания 1 – граница на район; 2 – хидрометрична станция; 3 – номер на района; 4 – граница на Родопите  
 Fig. 2. Regions of synchronous fluctuations 1 – boundary of a region; 2 – gauging station; 3 – number of the region; 4 – boundary of the Rhodope massif

посоченото физикогеографско райониране. Той се отличава с преобладаващ нископланински и хълмист релеф, изграден от палеогенски, дълбоко денудирани седименти и вулкански скали, обилни зимни валежи и летни засушавания. Този район е силно обезлесен и има крайно неравномерно вътрешногодишно разпределение на оттока. Всичко това допринася за значително по-различната структура на колебанията на оттока. През зимния сезон районът разширява обхвата си на северозапад и включва басейна на р. Чепеларска (фиг. 2). През пролетния и летния сезон неговите граници се запазват, така както бяха посочени по-горе. Интересно е също, че през зимния сезон извън района остава р. Бяла река, събираща водите си от ридовете Мъгленик, Ирантепе и Сърта, чийто колебания показват малка степен на синхронност с колебанията на останалата част на басейна на река Арда. Северната граница на този район засега също остава условна, поради липса на сигурни хидрометрични данни. Средните коефициенти на корелация на този район през разглежданите сезони са съответно 0,69, 0,75, 0,75.

Извършеният анализ и очертаните райони на синхронни колебания на оттока в Родопите дава ясна представа за степента на синхронност в колебанията на оттока в този масив. Тези райони отразяват до голяма степен характерните особености на физикогеографските условия за формирането на оттока и дават бърза и точна информация за избиране на аналози при възстановяването и попълването на хидроложките редици при водостопанските и научни изследвания. Посочените резултати могат да служат на планиращите органи и като насока за по-ефективно и рационално използване на водите за енергийни и мелиоративни цели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жук, В., В. Скарняков. Оценка синхронности многолетних колебаний главного стока на основе анализа корреляционной матрицы. – В: Расчеты речного стока, 1984.
2. Вапцаров, И., С. Велев, М. Йорданова и др. Рилородопска област. География на България. Т. 3, БАН, 1989.
3. Пенчев, П., Р. Клшге, Л. Зяпкови др. По въпроса за колебанията на оттока и представителността на хидроложките редици в България. – Изв. Географ. и-т, № 10, 1966.
4. Стойчев, К., В. Жук. Някои закономерности за съвременните колебания на средногодишния отток в България. Шести конгрес на географите в България. Сборник от резюмета, В. Търново, 1989.

---

EVALUATION OF SYNCHRONY OF THE SEASONAL  
STREAM FLOW FLUCTUATION  
IN THE RHODOPE MASSIF

*K. Stoichev*

S u m m a r y

This article examines the stream flow synchrony on the basis of the cluster analysis. The automatic data classification in the correlation tables (1-3) results in the dendograms given on fig. 2. Four taxons have been obtained at the last coefficient of joint correlation  $-R = 0.65$ . Their mapping reveals 4 well defined regions as territories with synchronous fluctuations. The boundaries of these regions with few exceptions (during the winter season) remains constant during the tree seasons. The average coefficients of correlation among the separate regions during the different seasons are from 0.67 up to 0.80.