

### МЕСЕЧНИ И СЕЗОННИ ВАРИАЦИИ НА РЕЧНИЯ ОТТОК МЕЖДУ ТИМОК И РУСЕНСКИ ЛОМ

Нели Христова

Важно направление в речната хидрология са изследванията върху пространствено-временните колебания на речния отток. Посредством изучаването на тяхната структура се получава информация за териториалната изменчивост на водните ресурси.

Настоящата статия има за цел да разкрие закономерностите във вътрешногодишното разпределение на месечните и сезонните вариации на оттока и тяхната обусловеност от основните физико-географски фактори.

Изменчивостта на оттока през годината се анализира за реките Войнишка, Лом, Огоста, Искър (след Ребърково), Вит, Осъм и Янтра.

Разработките се основават на данни от 26 хидрометрични станции. Техният подбор е направен въз основа на продължителността и качеството на данните, както и с оглед на тяхната репрезентативност в хоризонтално и вертикално отношение. За попълване на липсващите данни и за удължаване на някои статистически редици от средномесечни водни количества е използван методът на графичната корелация.

Вариациите на оттока са изчислени по известната формула:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^n (K-1)^2}{n}}$$

където  $K = x/\bar{x}$  е модул coefficient,

$n$  — броят на членовете в редицата.

Изчислителният период 1948/49—1982/83 е избран като резултат от изследванията за случайност (чрез сериалния анализ) и пикличност (чрез метода на разностно-интегралните криви) на годишния отток.

**Вариации на месечния отток.** Независимо че колебанията на оттока са обусловени от сумиращи се въздействия, невинаги редиците от месечни стойности на оттока имат разпределение, близко до нормалното. Това важи особено за летните месеци, за

които редиците от средномесечни водни количества се характеризират със значителна асиметрия. При това положение се получава завишаване на средномногогодишната стойност, което води до завишаване стойностите на коефициента на вариация за тези месеци.

Независимо от голямата изменчивост на оттока през годината наблюдават се и някои закономерности.

От началото на хидроложката година — м. XI, стойностите на  $C_V$  постепенно нарастват до месеците XII и I. За реките в низинноравнинния и хълмистия пояс изключение правят Огоста при Мизия и Янтра при Чолаковци, при които това увеличение е до м. II. Нарастване на стойностите на  $C_V$  до м. II се наблюдава и за някои поречия в ниско- (Янтра — Габрово, Искър — Ребърково) и среднопланинския (Огоста — Чипровци) пояс. Сравнително ниските стойности на коефициента на вариация за периода XI—I(II) — 0,41—1,10 са обусловени от малките вариации на валежите — 0,43—0,71 (табл. 2). През тези месеци валежите се задържат във вид на снежна покривка и значително участие във формирането на оттока имат подземните води, които се характеризират с малка изменчивост [1]. През месеците XI—I(II) стойностите на  $C_V$  са 2—3 пъти по-големи от тези за годината (табл. 1).

От месеците XI—I(II) стойностите на  $C_V$  започват да намаляват, достигайки през III и IV своите минимални стойности. За реките от поречие Осъм тези минимални стойности настъпват през м. V. Изключение прави р. Войнишка (Търняне) и р. Вещица (Вещица), при които най-малка е изменчивостта на оттока през януари. Минималните стойности на  $C_V$  варират от 0,27—0,72 и се изменят закономерно с увеличаване на надморската височина, като намаляват. Градиентът на това намаление е 0,05—0,06 на 100 м в хълмистия и нископланинския пояс и 0,04 във високопланински. Коефициентът на корелация е  $R = -0,94$  (табл. 3). Малката изменчивост на оттока през месеците III, IV и V е отражение на малките вариации на валежите — 0,36—0,52 (табл. 2). През този период реките се подхранват главно с дъждовно-снежни води. Снеготопенето и подхранването със снежни води особено в планинските поречия протича сравнително равномерно, без значителни колебания, за което допринасят овлажнената почвена покривка и горската растителност (предимно дъбова и букова). През тези месеци стойностите на  $C_V$  не превишават повече от 2 пъти, а някои от тях са и близки до годишните стойности на  $C_V$ .

След м. V стойностите на коефициента на вариация започват да нарастват и през месеците IX и X достигат своите максимални стойности. Последните варират в широки граници — от 0,76—2,38. Закономерни изменения във височина не се установяват. Детерминиращи значителната изменчивост на оттока през тези месеци са големите вариации на валежните суми — 0,81—1,04. Коефициентът на вариация на валежите обаче достига максималните си стойности с около един месец по-рано от тези при отто-

Таблица 1  
Коефициенти на вариация на месечния, сезонния и годишния отток

Рекс — водочет	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	есен	зима	пролет	лято	год.
Войнишка — Търняне	0,76	0,95	0,72	0,74	0,88	0,87	0,94	0,87	1,52	0,83	0,87	0,93	0,63	0,67	0,70	0,84	0,43
Вещица — Вещица	0,98	1,07	0,63	0,75	0,77	0,72	0,84	0,91	1,11	1,39	1,20	1,67	0,87	0,60	0,54	0,74	0,38
Лом — Горни Лом	0,65	0,75	1,10	0,67	0,51	0,34	0,52	0,57	0,65	0,60	1,15	1,05	0,72	0,50	0,32	0,49	0,28
Огоста — Чипровци	0,64	0,69	0,65	0,72	0,48	0,27	0,41	0,61	0,76	0,99	1,60	0,83	0,75	0,48	0,30	0,51	0,23
Огоста — Мизия	0,77	0,72	0,68	0,79	0,74	0,65	0,70	0,66	0,81	1,13	1,75	1,29	0,96	0,65	0,56	0,74	0,38
Дълг. Огоста — Говежда	0,62	0,75	0,61	0,70	0,51	0,34	0,49	0,60	0,60	1,06	1,83	1,15	0,85	0,52	0,31	0,51	0,32
Ботуня — Стояново	0,68	0,64	0,66	0,68	0,63	0,52	0,77	0,72	0,85	1,30	1,11	1,36	0,79	0,55	0,39	0,58	0,28
Искър — Ребърково	0,41	0,43	0,52	0,54	0,42	0,40	0,44	0,46	0,58	0,74	0,49	0,76	0,51	0,41	0,30	0,50	0,30
Искър — Кунино	0,44	0,50	0,51	0,57	0,46	0,44	0,51	0,48	0,65	0,81	0,60	1,02	0,55	0,44	0,32	0,54	0,31
Искър — Етрополе	0,53	0,53	0,59	0,46	0,37	0,46	0,53	0,65	0,62	1,01	0,97	1,14	0,71	0,45	0,37	0,55	0,28
Маяк Искър — Своде	0,70	0,70	0,65	0,69	0,56	0,58	0,64	0,58	0,94	1,22	1,14	1,95	0,98	0,61	0,42	0,60	0,32
Суха — Бойковец	0,60	0,60	0,54	0,50	0,40	0,44	0,52	0,57	0,85	1,44	1,18	1,56	0,92	0,47	0,35	0,58	0,24
Бели Вит — Тетевен	0,76	0,64	0,74	0,52	0,45	0,51	0,57	0,62	1,32	1,23	1,49	2,22	1,02	0,47	0,39	0,60	0,28
Вит — Ясен	0,82	0,90	0,79	0,70	0,67	0,59	0,68	0,69	0,86	1,12	1,14	2,09	1,04	0,63	0,53	0,66	0,35
Черни Вит — Черни Вит	0,51	0,50	0,48	0,44	0,43	0,44	0,53	0,49	0,56	0,82	0,95	1,11	0,53	0,41	0,34	0,45	0,23
Ч. Осъм — мах. Стойновска	0,73	0,53	0,63	0,54	0,40	0,32	0,30	0,51	0,64	0,94	1,29	1,36	0,81	0,46	0,29	0,45	0,24
Осъм — мах. Велчовска	0,77	0,69	0,67	0,61	0,50	0,48	0,44	0,71	0,66	1,02	1,60	1,42	0,91	0,50	0,34	0,56	0,26
Осъм — Ловеч	0,68	0,66	0,77	0,69	0,50	0,51	0,48	0,66	0,65	0,99	1,35	1,52	0,90	0,61	0,38	0,56	0,28
Б. Осъм — мах. Василевска	0,72	0,64	0,70	0,57	0,55	0,49	0,55	0,72	0,75	0,99	0,97	1,67	0,82	0,49	0,40	0,56	0,29
Янтра — Габрово	0,59	0,72	0,64	0,63	0,49	0,58	0,57	0,79	0,69	0,61	0,89	1,33	0,71	0,50	0,34	0,55	0,32
Янтра — Чолаковци	0,70	0,88	0,72	0,84	0,65	0,76	0,73	0,91	0,83	0,88	1,22	1,96	0,78	0,62	0,50	0,68	0,30
Янтра — Каранци	0,66	0,82	0,80	0,75	0,66	0,80	0,80	0,82	0,77	0,67	0,74	0,99	0,75	0,64	0,60	0,70	0,41
Дряновска — Върбаново	0,96	0,95	0,69	0,77	0,64	0,60	0,68	0,88	0,77	0,98	1,61	2,17	1,04	0,59	0,47	0,65	0,39
Росица — Севлиево	0,85	0,81	0,72	0,72	0,62	0,61	0,75	0,89	1,20	1,52	1,52	1,52	0,98	0,58	0,45	0,66	0,35
Видима — Гумошино	0,75	0,68	0,63	0,60	0,52	0,45	0,51	0,69	0,84	1,12	1,92	1,11	0,81	0,48	0,34	0,54	0,36
Ледеджа — Сливовица	1,22	0,94	0,86	0,75	0,68	0,78	0,75	1,06	0,81	1,18	2,38	1,41	1,19	0,60	0,51	0,76	0,41

Таблица 2  
Месечни и сезонни коефициенти на вариация на валежите

	Месеци												Сезони				С У год
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	зима	пролет	лято	есен	
Вр. Ботев	0,57	0,56	0,54	0,62	0,51	0,48	0,44	0,50	0,51	0,91	0,84	0,55	0,41	0,27	0,41	0,46	0,25
Петрохан	0,46	0,47	0,50	0,42	0,50	0,54	0,38	0,41	0,45	0,52	0,69	0,79	0,34	0,26	0,35	0,34	0,19
Вр. Столетов	0,66	0,71	0,48	0,50	0,48	0,44	0,39	0,48	0,52	0,61	0,85	0,74	0,35	0,22	0,34	0,40	0,21
Черни Осъм	0,57	0,61	0,47	0,45	0,51	0,51	0,38	0,49	0,49	0,76	0,98	0,65	0,32	0,23	0,34	0,42	0,17
Етрополе	0,56	0,59	0,60	0,50	0,50	0,47	0,43	0,45	0,53	0,75	0,87	0,85	0,37	0,32	0,35	0,35	0,18
Тетевен	0,49	0,71	0,43	0,55	0,56	0,49	0,36	0,39	0,48	0,79	1,10	0,84	0,30	0,25	0,34	0,49	0,16
Троян	0,64	0,65	0,47	0,46	0,48	0,58	0,46	0,45	0,49	0,84	0,80	0,64	0,32	0,27	0,34	0,38	0,20
Трявна	0,67	0,73	0,51	0,56	0,54	0,47	0,43	0,46	0,52	0,70	0,96	1,00	0,36	0,24	0,34	0,46	0,18
Вършец	0,56	0,71	0,53	0,55	0,58	0,52	0,85	0,68	0,52	0,64	0,52	0,44	0,36	0,28	0,39	0,46	0,19
Габрово	0,62	0,72	0,53	0,50	0,56	0,42	0,41	0,49	0,62	0,68	0,86	0,87	0,36	0,22	0,41	0,40	0,19
Долни Лом	0,67	0,61	0,52	0,53	0,49	0,44	0,61	0,47	0,68	0,77	0,87	0,63	0,35	0,31	0,37	0,40	0,20
Кула	0,60	0,62	0,60	0,69	0,56	0,51	0,96	0,44	0,74	1,04	0,79	0,71	0,41	0,32	0,46	0,35	0,22
Дряново	0,62	0,59	0,55	0,52	0,59	0,49	0,42	0,46	0,63	0,76	0,92	0,84	0,35	0,26	0,36	0,41	0,19
Димово	0,60	0,57	0,56	0,64	0,52	0,45	0,59	0,52	0,75	0,88	0,77	0,66	0,35	0,31	0,37	0,40	0,20
Хайредин	0,59	0,64	0,65	0,61	0,62	0,47	0,54	0,58	0,72	0,84	0,97	0,93	0,39	0,32	0,49	0,42	0,22

ка — м. VIII и IX. Определено влияние през тези месеци оказват и значителните вариации на изпарението. Стойностите на  $C_v$  за месеците IX и X са от 4 до 6 пъти по-големи от тези за годината.

**Вариации на сезонния отток.** Поради голямата зависимост и обусловеност на вариациите на оттока от тези на климатичните фактори хидроложките сезони в настоящата работа съвпадат с климатичните сезони.

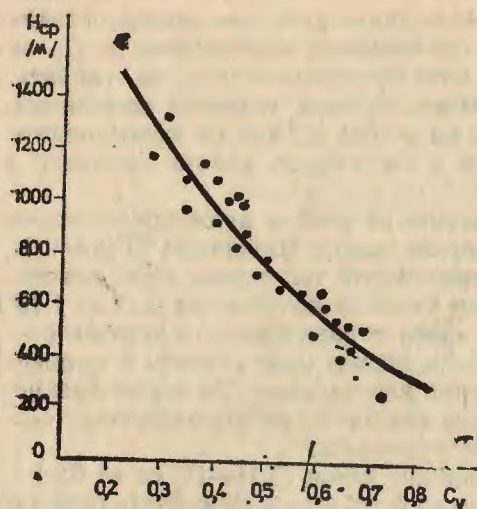
Най-значителни са вариациите на речния отток през есенния сезон (IX—XI). Изключение прави само р. Войнишка (Търняне), при която най-голяма е изменчивостта на оттока през лятото. Стойностите на  $C_v$  през есенния сезон се колебаят от 0,51 до 1,19. Най-значителни са през този сезон и вариациите на валежите — 0,34—0,40, които през посочения период имат случаен и променлив характер и падат с различна интензивност. За неравномерното оттичане на валежите важен фактор е слабата залесеност особено в равнинните части от поречията.

Стойностите на  $C_v$  през зимния сезон (XII—II) са от 0,41—0,67. В сравнение с вариациите на оттока през есента тези през зимата са не само по-малки, но и с малка изменчивост в териториално отношение. Сравнително малките вариации на оттока през този сезон са обусловени от незначителните колебания на валежите — 0,30—0,41. По-високи стойности на  $C_v$  се наблюдават в равнинните и хълмистите земи, което е свързано с по-големите промени в режима на температурите, даващи отражение върху процесите на снеготопене и снеготопене. Стойностите на  $C_v$  за зимния отток са 1—1,5 пъти по-големи от тези за годишния отток.

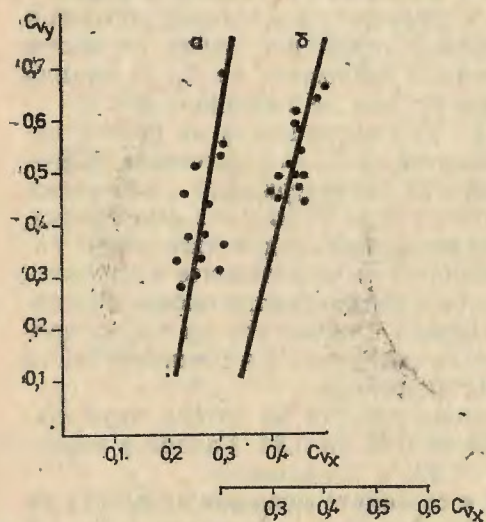
През пролетния сезон (III—V) изменчивостта на речния отток е най-малка (табл. 2). Стойностите на  $C_v$  са в интервала 0,29—0,70. През този сезон и валежите се характеризират с най-малки вариации — 0,22—0,34. Значителна роля за малката изменчивост на оттока през пролетта играе във високопланинските пояси растителната покривка, а в равнинните — черноземните и алувиално-ливадни почви, отличаващи се с голяма филтрационна способност. За високопланинските поречия стойностите на  $C_v$  на пролетния отток са близки до тези на годишния, а в равнинните части на водосборите — около 1 път по-големи.

През лятото (VI—VIII) изменчивостта на оттока нараства. Коефициентите на вариация са от 0,45 до 0,84. Голяма е изменчивостта на валежите — 0,34—0,49, и изпарението.

**Зависимост на месечните и сезонните вариации на оттока от физикогеографските фактори.** Речният отток е величина, която се определя количествено от сложното съчетание на редица фактори върху определена площ. Основен фактор, който обуславя оттока, респ. неговата изменчивост, са валежите. Познаването на техните вариации, както и закономерностите в тяхното изменение



Фиг. 1. Зависимост между средната надморска височина и минималните стойности на  $C_V$ .  
Fig. 1. Relationship between the average latitude and the minimum months values of  $C_V$

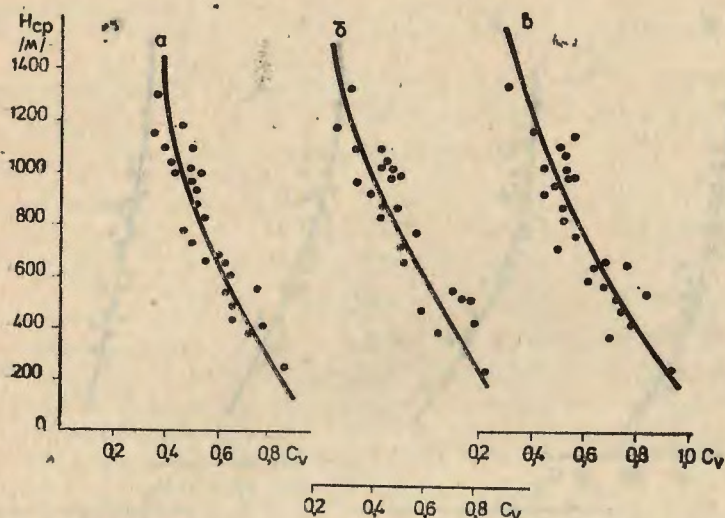


Фиг. 2. Зависимост между коефициента на вариация на оттока ( $C_{Vy}$ ) и коефициента на вариация на валежите ( $C_{Vx}$ ) за:  
а) пролетния сезон; б) зимния сезон  
Fig. 2. Relationship between the coefficient of variations and the coefficient of precipitation variation for:  
а) spring flow, б) winter flow

са от голямо значение при анализиране структурата на вариациите на речния отток.

За изследване влиянието на валежите върху изменчивостта на месечния и сезонния отток са използвани данни от 15 метеорологични и дъждомерни станции в отделните водосбори. Сравняването на  $C_V$  на оттока и  $C_V$  на валежите по месеци и сезони показва, че вторите са значително по-ниски. Освен това амплитудата на изменение при  $C_V$  на валежите е значително по-малка от тази на оттока. Тези различия в изменчивостта на валежите и оттока могат да се обяснят със сложния характер на връзката, която съществува между тях. Освен това при оттока относителните загуби през сухите години са значително по-големи от тези при валежите. Графичен израз на зависимостта  $C_{Vy} = f(C_{Vx})$  е получен само за зимния и пролетния сезон (фиг. 2). Този факт налага извода, че през останалите два сезона значителна роля играят факторите на подстилащата повърхност и за изясняване на степента на тяхното влияние са необходими допълнителни

разработки. Коефициентът на вариация на валежите показва закономерни изменения с увеличаване на надморската височина. Височинната зоналност на климатичните фактори определя и зависимостта на  $C_V$  на оттока от надморската височина. В този смисъл средната



Фиг. 3. Зависимост между средната надморска височина и коефициента на вариация на оттока за месеците:

а) март, б) април, в) май

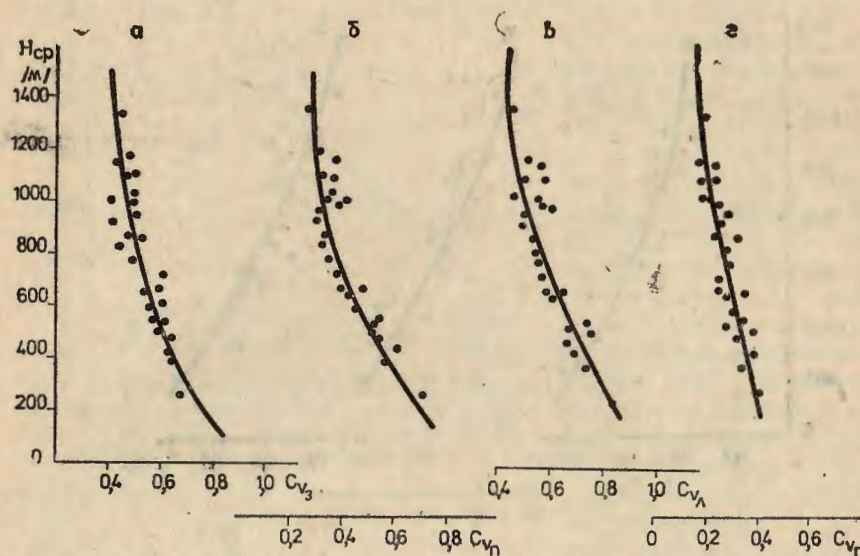
Fig. 3. Relationship between the average latitude and the coefficient of variation of the flow for the months:

а) March, б) April, в) May

надморска височина на водосборните басейни е характеристика, отразяваща комплексно ландшафтните фактори, обуславящи оттока, а това дава възможност чрез нея да се изразят Закономерностите във височинното изменение на  $C_V$ . Ето защо най-подходяща за изменение на коефициента на вариация на месечния и сезонния отток е зависимостта  $C_{Vy} = f(H_{cp})$ . При изследване на връзката между надморската височина и месечните вариации на оттока се установи, че такава съществува само за месеците III, IV и V (фиг. 3). Корелационните коефициенти имат високи стойности: за м. III— $R = -0,89$ , за м. IV— $R = -0,88$  и за м. V— $R = -0,86$ . Тъй като при изчисляване на коефициента на корелация се работи с малък брой членове ( $n = 26$ ), необходимо бе да се приложи т. нар. преобразование на Фишер, съгласно което корелационният коефициент се приравнява на хиперболичния тангенс на някаква величина  $R = \text{th}Z$ , където

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+R}{1-R} \text{ с дисперсия } \sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}}.$$

За всички изчислени корелационни коефициенти са намерени 95 % доверителни граници (табл. 3).



Фиг. 4. Зависимост между средната надморска височина и коефициента на вариация на:

а) зимния отток, б) пролетния отток, в) летния отток, г) годишния отток

Fig. 4. Relationship between the average latitude and the coefficient of variation of:

а) winter flow, б) spring flow, в) summer flow, г) annual flow

Зависимостта на  $C_V$  на сезонния отток от надморската височина е по-ясно изразена, отколкото тази при месечните вариации и се наблюдава за зимния, пролетния и летния сезон (фиг. 4). Корелационните коефициенти имат високи стойности (табл. 3). Най-устойчива е зависимостта между вариациите на пролетния отток и надморската височина.

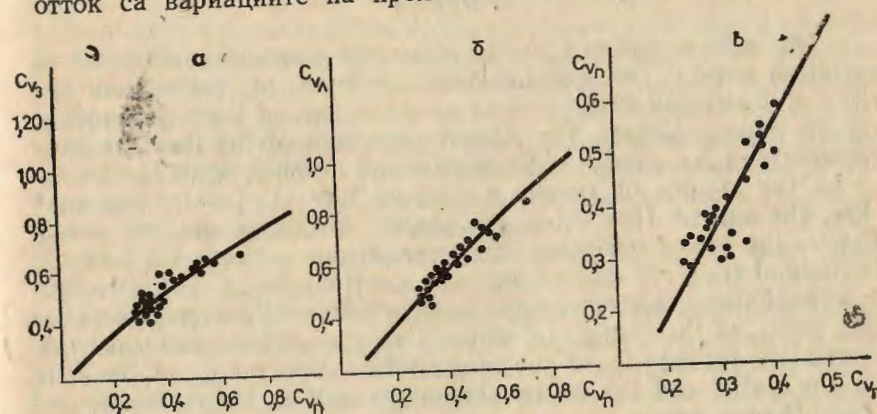
При анализиране на пространственото изменение на коефициента на вариация трябва да се отчита и влиянието на водосборната площ. Известно е, че водосборният басейн оказва влияние чрез размерите си, при увеличаване на които вариациите на оттока намаляват. В настоящата работа потърсените аналитични и графични изрази на тази зависимост показаха, че с увеличаване на площта на водосборите се увеличава и изменчивостта на оттока. Отсъствието на връзка между  $C_V$  и водосборните площи може да се обясни с обстоятелството, че обикновено водосборни басейни с

малка площ се намират на големи надморски височини и доминиращо се оказва влиянието на надморската височина.

Таблица 3

	R	Z	$\sigma_z$	$1,96 \sigma_z$	P в доверителния 95 % интервал
$R_{H_{cp}/C_{vmin}}$	-0,94	1,738	0,208	0,392	$0,87 > R < 0,97$
$R_{H_{cp}/C_{vIII}}$	-0,88	1,376	0,208	0,392	$0,61 > R < 0,91$
$R_{H_{cp}/C_{vIV}}$	-0,84	1,221	0,208	0,392	$0,68 > R < 0,92$
$R_{H_{cp}/C_{vV}}$	-0,86	1,293	0,208	0,392	$0,71 > R < 0,93$
$R_{H_{cp}/C_{vII}}$	-0,88	1,376	0,208	0,392	$0,61 > R < 0,91$
$R_{H_{cp}/C_{vз}}$	-0,80	1,099	0,208	0,392	$0,60 > R < 0,90$
$R_{H_{cp}/C_{vл}}$	-0,66	0,793	0,208	0,392	$0,37 > R < 0,83$
$R_{H_{cp}/C_{vг}}$	-0,86	1,293	0,208	0,392	$0,71 > R < 0,93$
$R_{C_{vII}/C_{vз}}$	0,86	1,293	0,208	0,392	$0,71 > R < 0,93$
$R_{C_{vII}/C_{vг}}$	0,94	1,738	0,208	0,392	$0,87 > R < 0,97$

Интерес представлява и връзката между вариациите на сезонния отток и годишния, както и между вариациите на отделните сезони. С най-голямо значение за изменчивостта на годишния отток са вариациите на пролетния отток (фиг. 5). Тази добре



Фиг. 5. Зависимост между коефициентите на вариация за:

а) зимния и пролетния отток, б) пролетния и летния отток, в) пролетния и годишния отток

Fig. 5. Relationship between the coefficients of variation for:

а) winter and spring flow, б) spring and summer flow, в) spring and annual flow

изразена зависимост е обусловена от значителното участие на пролетния отток в годишния обем на оттока. Много добре изразена е връзката между вариациите на пролетния и зимния и пролетния и летния отток (фиг. 5). Получените графични зависимости нямат разчетно значение. Те дават една обобщена представа за влиянието на физикогеографските фактори върху изменчивостта на оттока. Изследването на това влияние изисква допълнителни разработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. \*\*\*Исследование и расчеты речного стока, изд. МГУ, 1982, 195—216.
2. Пенчев, П. Хидроложка характеристика на горното и средното поречието на р. Осъм — Изв. на БГД, кн. 3 (XIII), 1962.
3. Соколовский, Д. Л. Речной сток. Л., 1959.
4. Стойчев, К. Генезис и сезонно разпределение на речния отток в Рила планина. Год. на СУ, Т. 70, 1975/76.
5. Тодоров, К. Върху коефициента на вариациите. — Сп. „Хидрология и метеорология“, кн. 1, 1956.
6. \*\*\* Хидрологичен наръчник, I част. С., 1979.
7. Шевелев, М. Э. Коэффициент вариации годового речного стока как функция некоторых климатических и гидрологических параметров, сп. „Гидротехническое строительство“, кн. 6, 1934.

#### MONTHLY AND SEASONAL FLUCTUATIONS OF THE RIVER FLOW BETWEEN TIMOK AND ROUSSENSKI LOM

##### Summary

*N. Hristova*

The author analysed the monthly and seasonal coefficients of variation within the area between the river of Timok and the river of Russensky Lom, as well as the extent of their dependence on the natural factors. The biggest variations of the flow are characteristic of the months of September and October, while the lowest — for the months of March, April and May. As for the seasonal flow, the autumn flow shows the biggest variations and the spring flow — the lowest variation. The correlations between the average latitude of the river basins and the coefficients of variation for months of March, April and May as well as between the average latitude and the  $C_v$  of the spring and winter flow the author established the correlation between  $C_v$  of the precipitation and the  $C_v$  of the flow for the spring and the winter seasons, as well as the correlation of the different seasons.