

**ОСНОВНИ ЧЕРТИ НА ЦИКЛИЧНИТЕ КОЛЕБАНИЯ  
НА ПРОЛЕТНИЯ ОТТОК НА РЕКИТЕ В СЕВЕРНА БЪЛГАРИЯ****К. Стойчев, Р. Стоянова, М. Генев**

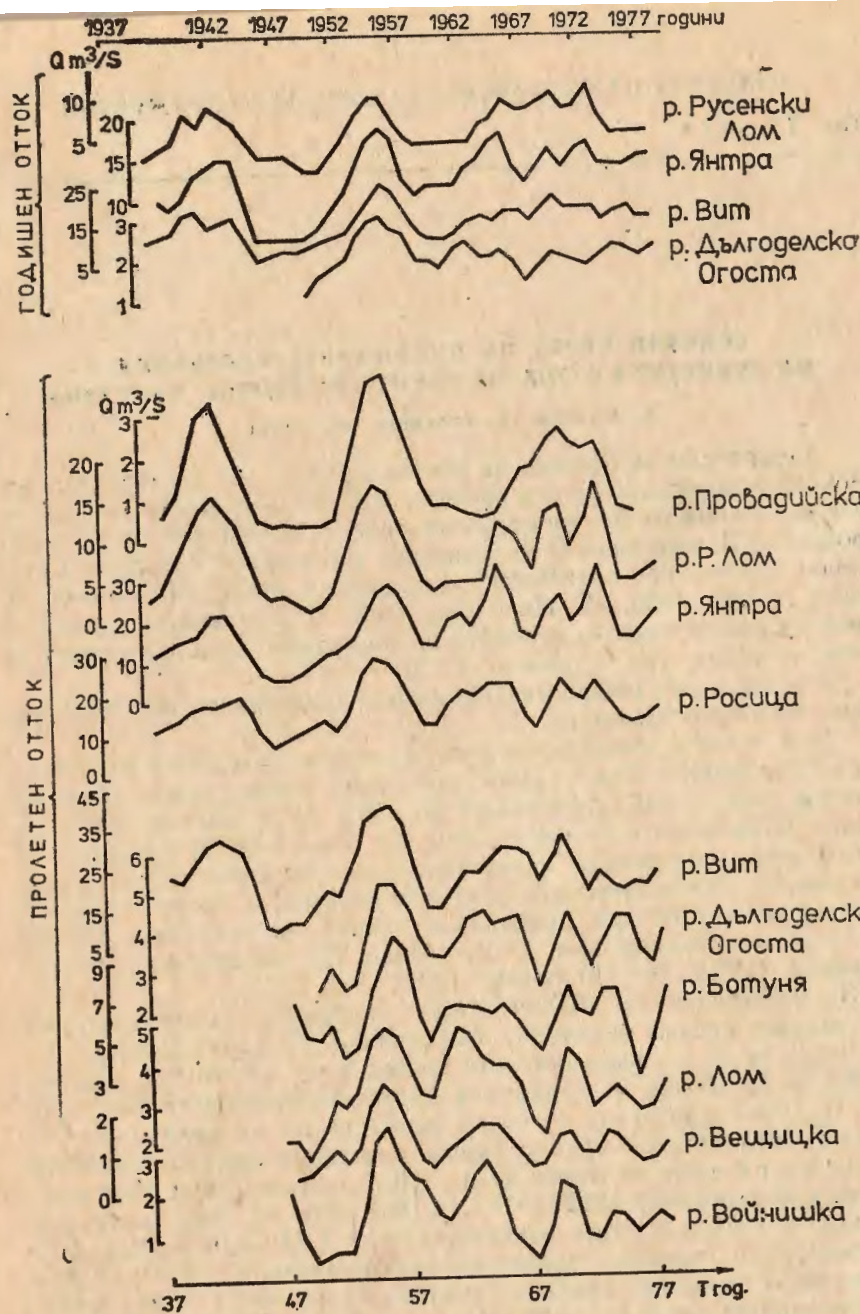
Характерни за режима на речния отток у нас са значителните промени в пространството и времето. Ето защо въпросът за цикличните колебания на оттока се явява един от актуалните хидроложки проблеми. В досегашните изследвания в България са разглеждани главно цикличните колебания на годишния отток (П. Пенчев, Р. Клиге, и др., 1966, Н. Николова, 1979). Единствената работа, в която се разглеждат колебанията на пролетния отток, се отнася за Рила планина (К. Стойчев, 1973).

В настоящата работа се анализират колебанията на пролетния отток в Северна България.

Този отток е максимален в сезонното разпределение на оттока в разглежданата област. През пролетния сезон, който обхваща периода март — май, преминават 36—53% от годишния отток на реките. Колебанията са изследвани въз основа на 24 сравнително равномерно разпределени в териториално отношение хидрометрични станции. Статистическата оценка бе извършена посредством метода на моментите при променлива стъпка на изходните масиви при  $m=5$  и критичен обем  $n=25$  години (Д. Маматканов, М. Сулейманов, 1970; Н. Николова, 1979).

За изследване на цикличността използваме измененията на динамичните средни величини, филтрирани по формулата  $y_i = 1/4 (y_{i-1} + 2y_i + y_{i+1})$ , и корелационните функции на отточните редици.

Както се вижда от графичния ход на филтрираните величини (фиг. 1), през пролетния сезон от началото на разглеждания период се очертават два ярко изразени позитивни цикъла, отделени един от друг с един негативен цикъл. Позитивните цикли имат максимуми съответно през 1942 (1944 г.) и 1955 (1956 г.). Модулните коефициенти по време на тези максимуми са от 1,54—3,04 в отделните хидрометрични станции. Минимумът на негативния цикъл, който отделя двата позитивни цикъла, е настъпил през 1947 г. и има модулнен коефициент от 0,11—0,43. Продължителността на тези позитивни цикли според динамичните средни величини е съответно 11 и 12 години. След завършването на втория цикъл през 1959 (1960) г. до 1978 г. се наблюдават няколко по-малки по амплитуда и дължи-



Фиг. 1. Изменение на динамичните средни величини на пролетния и годишния отток

Fig 1. Changes in dynamic average values of spring and annual river flow

на цикли, които видимо се развиват на фона на един по-продължителен негативен цикъл с дължина вероятно не по-малка от 30 години. Максимумите на тези цикли са настъпили в преобладаващ брой случаи през 1965, 1970 и 1973 г. Модулните коефициенти по време на техните максимуми са, както следва: на първия — 1,3—2,8, на втория — 1,3—2,1 и на третия 1,2—3,6.

Минимумите, които отделят тези цикли, са настъпили през 1968, 1972 и 1976 г. Те имат модулни коефициенти съответно от 0,3 до 1,2 (първият), 0,3—1,1 (вторият) и 0,3—1,2 (третият). Продължителността им е съответно 9,4 и 4 години. При сравняване на графичния ход на тези цикли (фиг. 1) се установява известна синфазност с 1—3 години при различните станции.

Колебанията на пролетния отток са интегриран израз на колебанията на съответните месеци. Ето защо важно значение имат и месечните колебания на оттока, които представляват определен интерес в хидроложко отношение. При разглеждане на тези колебания (фиг. 2) се вижда, че и през трите пролетни месеца (III—V) се очертават всички анализирани през сезонния отток цикли, т. е. наблюдава се значителна хомология. Подробният анализ обаче показва, че независимо от еднакия брой на циклите техните максимуми и минимуми не при всички месечни колебания настъпват в една и съща година. Например максимумът на първия позитивен цикъл в колебанията на пролетния отток през 1942 г. при колебанията на месечните водни количества настъпва само през месец март в 1942 г., а в графиките на месеците април и май той се проявява през 1943 г.

Добре изявеният максимум на пролетния сезонен отток през 1955 г. в месечните колебания се наблюдава през тази година само за месец април и отчасти за месец март. През месец май този максимум е настъпил в част от хидрометричните станции през 1956 г., а в други през 1957 г. Най-силно е изразена синфазността при последните два позитивни цикъла, максимумите на които са отместени по оста на времето с две до три години.

По-добра синхронност съществува между колебанията на пролетния отток и тези на годишния отток. Сравнението на динамичните средни величини (фиг. 1) нагледно показва това. Пред вид на важното практическо значение на тази връзка тя бе изследвана и аналитично чрез изчисляване на корелационните коефициенти. Както показват данните в табл. 1, стойностите на корелационните коефициенти между годишния и пролетния отток са значителни — 0,60—0,94. Само при две хидрометрични станции (р. Цибрица—Игнатово Осъм—Троян) те се оказаха по-ниски стойности.

За по-пълно изясняване продължителността на очертаните цикли изследвахме корелационните функции  $R_{xx}(\tau)$  на статистическите редици. Сравнително малката им дължина наложи ограни-

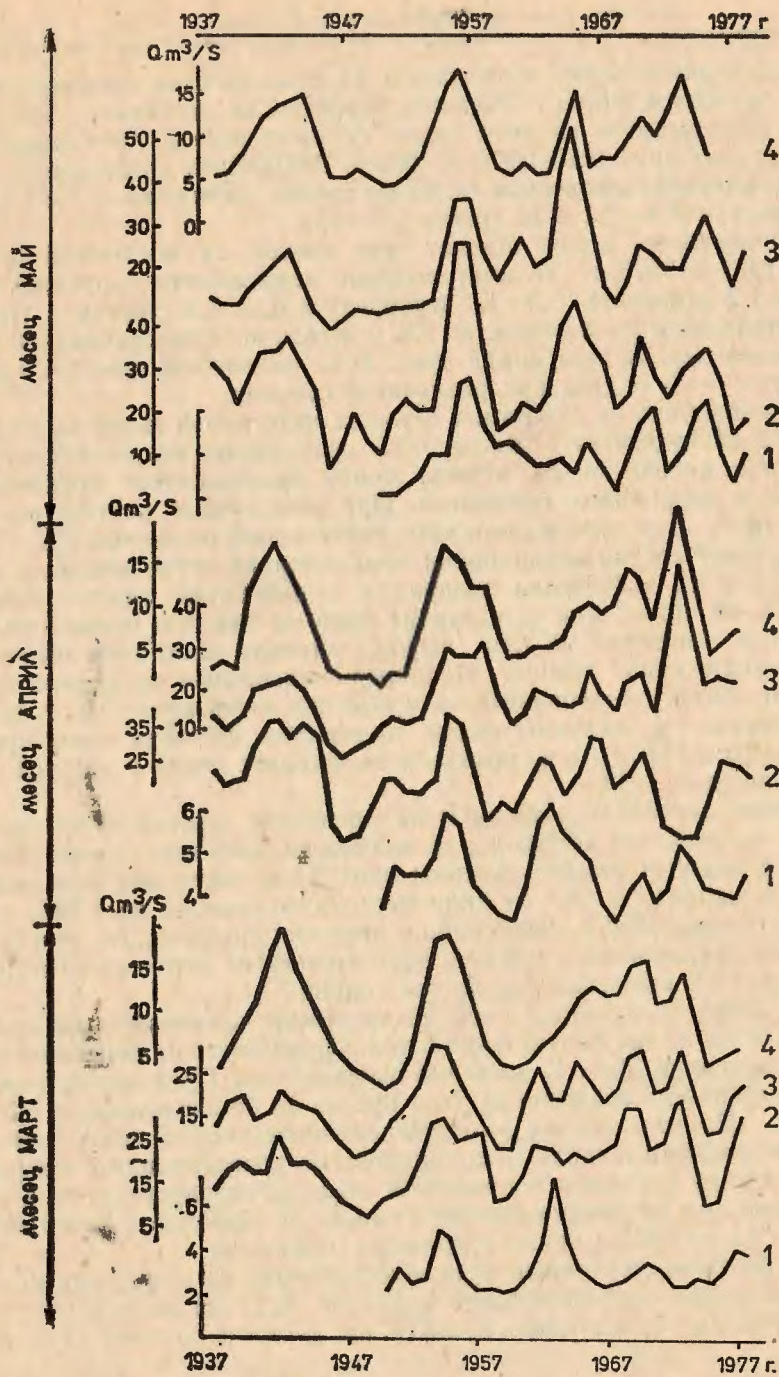


Таблица 1  
Стойности на коефициента на корелация за връзката между пролетния и годишния отток на реките в Северна България

№ по ред	Река — пункт	№ на ХМС	$R_{xy}$	$F_R$
1	Войнишка — Търняне	126	0,87	0,029
2	Вещица — Вещица	123	0,76	0,049
3	Лом — Горни Лом	128	0,72	0,056
4	Цибрица — Игнагово	132	0,26	0,115
5	Огоста — Мизия	121	0,83	0,031
6	Огоста — Дълги дел	136	0,52	0,089
7	Ботуня — Стояново	145	0,81	0,041
8	Вит — Търняне	55 <sup>a</sup>	0,60	0,065
9	Осъм — Ловеч	64	0,65	0,059
10	Осъм — Троян	58	0,37	0,088
11	Янтра — Чолаковци	77	0,75	0,053
12	Росица — Севлиево	69 <sup>a</sup>	0,64	0,060
13	Р. Лом — Басарбово	1	0,72	0,049
14	Провадийска — Провадия	13	0,89	0,021

Фиг. 2. Изменение на динамичните средни величини на водните количества през месеците март, април и май за реките:

1) Дългиделска Огоста, 2) Витс. Търняне, 3) Янтра при с. Чолаковци и 4) Русенски Лом при с. Басарбово

Fig 2. Changes in dynamic average values for water quantities in March, May and April for the rivers of: 1) Dulgidelska Ogosta — Dulgi Dyal; 2) Vit — Turnyanе; 3) Yantra — Cholakovtси; 4) Russenski Lom — Bessarabovo

Таблица 2  
Продължителност на циклите при колебанията на пролетния отток на реките в Северна България

№ по-ред	Река — пункт	Продължителност на циклите в години																							
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	Войнишка —																								
	Търняне —																								
2	Вещица —																								
	Вещица																								
3	Лом —																								
	Горни Лом																								
4	Цибрица —																								
	Игнатово																								
5	Мизия —																								
	Мизия																								
6	Огоста —																								
	Огоста																								
7	Дълги дел																								
	Дълги дел																								
8	Ботуня —																								
	Ботуня																								
9	Стояново																								
	Стояново																								
10	Вит —																								
	Вит																								
11	Търняне																								
	Търняне																								
12	Осъм —																								
	Осъм																								
13	Ловеч																								
	Ловеч																								
14	Троян																								
	Троян																								
15	Янтра —																								
	Янтра																								
16	Чолаковци																								
	Чолаковци																								
17	Росаца —																								
	Росаца																								
18	Севицево																								
	Севицево																								
19	Р. Лом —																								
	Р. Лом																								
20	Басарбово																								
	Басарбово																								
21	Провадийска —																								
	Провадийска																								
22	Провадия																								
	Провадия																								

чението за максимално отместване във времето да бъде възприето  $n=25$ . Анализът на тези функции показва, че при всички станции се наблюдават добре изразена периодичност и сравнително ясно очертани цикли. Продължителността на тези цикли е дадена в табл. 2. Тук със знаците плюс и минус са посочени максимумите и минимумите на отделните функции за съответното  $t$ . Данните в таблицата показват, че най-ясно се проявяват циклите с продължителност 5—6 г., 11 г., 14 г., 17—18 г. и 21 г. Същите имат следната честота: първият, третият и четвъртият 64%, вторият 86% и последният — 21-годишен, 71%.

Изследването на причините за колебанията на оттока е все още един от най-трудните и сложни въпроси. Върху колебанията на оттока оказват влияние, както колебанията на геофизичните фактори (слънчева активност, атмосферна циркулация и др.), така и колебанията на климатичните елементи (валежи, изпарение, температура и др.).

За изясняване на връзката между слънчевата активност и колебанията на оттока направихме изследване по метода на Дружинин, Хамянова, 1969. Резултатите са представени в табл. 3.

Таблица 3.

Слънчевообусловени възходящи и низходящи серии на речния отток през пролетния сезон в Северна България

№ по-ред	Река — пункт	Серии		Възходящи		Низходящи	
		слънчево обусловени	сума	сума	%	сума	%
1	Войнишка —						
	Търняне —	16/6	8	50	8	50	
2	Вещица —	20/7	10	50	10	50	
3	Вещица	28/10	14	50	14	50	
4	Огоста —	19/7	9	47	10	53	
	Огоста	23/7	12	52	11	48	
5	Дълги дел	30/10	15	50	15	50	
	Дълги дел	19/7	9	47	10	53	
6	Ботуня —	26/6	12	46	14	54	
	Ботуня	27/8	13	48	14	52	
7	Стояново	31/7	15	48	16	52	
	Стояново	23/5	11	48	12	52	
8	Вит —						
	Вит						
9	Търняне						
	Търняне						
10	Осъм —						
	Осъм						
11	Ловеч						
	Ловеч						
12	Троян						
	Троян						
13	Янтра —						
	Янтра						
14	Чолаковци						
	Чолаковци						
15	Росаца —						
	Росаца						
16	Севицево						
	Севицево						
17	Р. Лом —						
	Р. Лом						
18	Басарбово						
	Басарбово						
19	Провадийска —						
	Провадийска						
20	Провадия						
	Провадия						

Както се вижда от данните в тази таблица, средно 33% от проявените цикли са обусловени от слънчевата активност. Разгледани по възходящи и низходящи серии, те се разпределят приблизително еднакво. Процентът на слънчево обусловените възходящи серии е 49%, а на низходящите—51%. Трябва да се посочи веднага обаче, че влиянието на слънчевата активност не се проявява пряко, а косвено — чрез влиянието на атмосферната циркулация и отделните геофизични процеси, както това бе изяснено теоретично от М. Ейгенсон (1963).

Изследвана бе и връзката между колебанията на пролетния отток и валежите, които се явяват като един от непосредствено действащите фактори.

Пролетният отток се формира както от падналите през същия сезон валежи, така и от снеготопенето на акумулираните във водосборните басейни през зимния период твърди валежи. Поради това изчислихме динамичните средни величини на сумата от валежите за периода ноември — май (фиг. 3) по същия начин както за оттока. Началото на този период избрахме с оглед на това, че през ноември започва снегозадържането във високите части на Стара планина.

При разглеждане на колебанията на динамичните средни величини на валежите през посочения период, както се вижда на фиг. 3, се очертават почти същите цикли, както и при пролетния отток, т. е. съществува определена хомология между колебанията на двата елемента. Стойностите на коефициента на корелация между действителните величини на пролетния отток и валежните суми за периода ноември — май обаче не са високи (0,30—0,50). Това показва, че цикличните колебания на валежите се явяват съществен фактор за колебанията на пролетния отток, но тези колебания зависят и от редица други фактори.

В резултат на изложеното дотук изпъкват следните по-важни изводи.

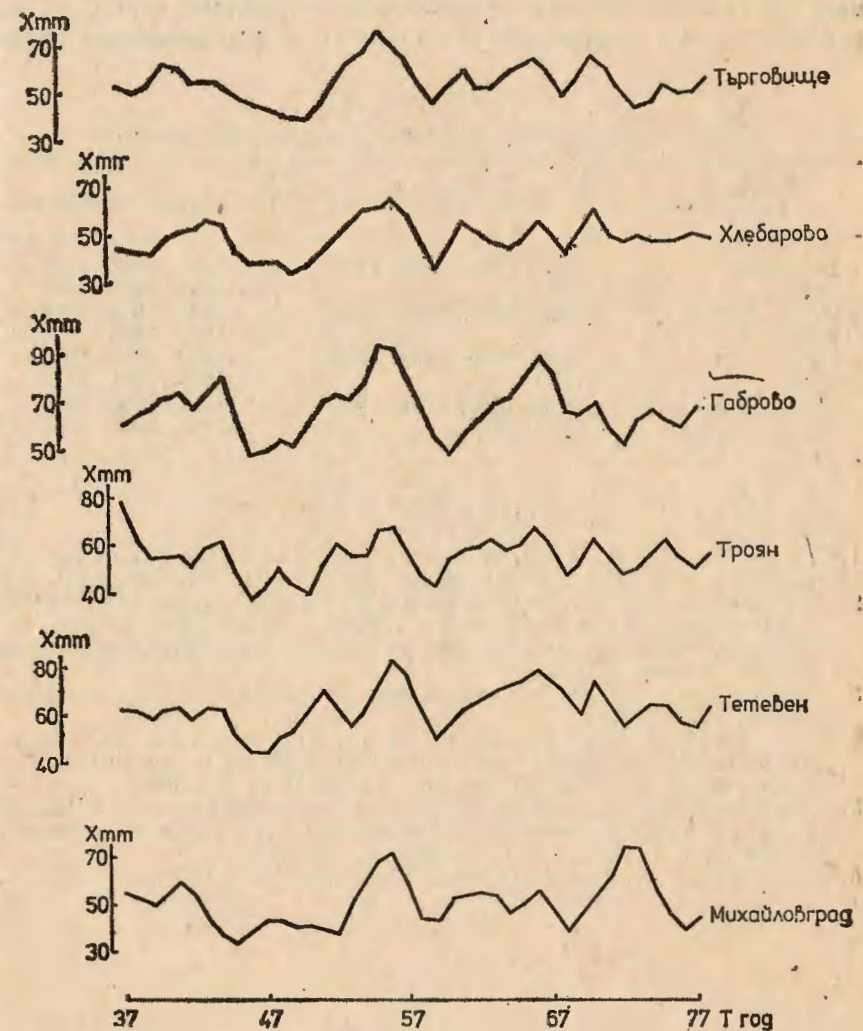
1. В колебанията на пролетния отток се очертават два ярко изразени цикъла, съответно през 1936—1947 г. и 1948—1959 г., и три по-малки по амплитуда и дължина цикли през останалата част от периода.

2. В колебанията на оттока през отделните месеци се наблюдават почти същите цикли, но с известна синфазност при тяхното настъпване и завършване.

3. Максимумите и минимумите в цикличните колебания преобладават през следните години (табл. 4).

4. С най-голяма честота се отличават 11-годишните цикли (86%) и 21-годишните цикли (71%), а 5—6, 14 и 17—18-годишните цикли имат по-малка честота — 64%.

5. Цикличността на пролетния отток определя в значителна степен колебанията на годишния отток. Коефициентите на корелация между тях са 0,60—0,90.



Фиг. 3. Изменение на динамичните средни величини на валежите за периода ноември—май

Fig 3. Changes in dynamic average values of precipitation of the period November — May. — 1) Mihailovgrad; 2) Teteven; 3) Troyan; 4) Gabrovo; 5) Khlebarovo; 6) Turgovishte

Установените закономерности в колебанията на пролетния отток могат да служат като основа при избора на разчетен период за вътрешногодишното разпределение на оттока в разглежданата област.

Т а б л и ц а 4

Години с максимуми и минимуми в цикличните колебания

Сезонен и месечен отток	Години с максимуми	Години с минимуми
Пролетен отток	1942, 1955, 1965, 1970, 1973	1937, 1947, 1959, 1968, 1972, 1976
Отток през март	1942, 1955, 1962, 1970	1937, 1949, 1960, 1967, 1975
Отток през април	1941, 1955, 1966, 1970, 1973	1937, 1947, 1960, 1968, 1971, 1975
Отток през май	1943, 1957, 1961, 1965, 1970, 1975	1937, 1946, 1959, 1963, 1968, 1972, 1977

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дружинин, И. П., Н. В. Хамьянова, Солнечная активность и переломы хода природных процессов на Земле, М., „Наука“, 1969, 224 с.
2. Маматканов, Д., М. Сулайманов, Об оценке статистических параметров стока методом моментов вероятностей исходных величин. — В: Вопросы энергетики и использование энергетических ресурсов Киргизии, Фрунзе, Илим, 1970.
3. Николова, Н., Хидроложки основи на водостопанските изследвания, София, 1979, 177 с.
4. Пенчев, П. Р. Клиге, Л. Зяпков, К. Стойчев, По въпроса за колебанията на речния отток и представителността на хидроложките редици в България, Изв. на Географ. и-т, БАН, т. X, 1966.
5. Стойчев, К., Съвременните колебания на пролетния отток в Рила планина и тяхното отражение върху колебанията на годишния отток, Год. на Соф. у-т, ГГФ, кн. 2, География, т. 65, 1973.
6. Эйгенсон, М. С., Солнце, погода и климат, Л-д, 1963.

## BASIC FEATURES IN THE CYCLIC VARIATIONS OF RIVERS' SPRING FLOW IN NORTH BULGARIA

K. Stoichev, R. Stoinova, M. Genov

## S u m m a r y

In this paper the cyclic changes of the total spring flow, including the period from March to May have been examined as well as the changes in the monthly water quantities for the same period.

Changes have been analysed by dynamic average quantities (Fig. 1—3) and by correlation functions.

Two obviously expressed positive cycles correspondingly in 1936—1947 and 1948—1959 as well as three slighter in amplitude and duration have been established in the spring flow variation.

Maxima and minima of these cycles are shown in Table 4. Almost the same cycles have been observed in the flow variations in the different months (Fig. 2). However, these cycles are characterised by some synphase with respect to their beginning and finishing.

Correlation functions' analysis (Table 3) shows that the 11-th year cycles (86%) and 21-year cycles (71%) are characterised by the biggest frequency. The rest of the cycles are of lower frequency (64%).

Cyclic recurrence of spring flow defines to a considerable extent the annual flow variations. Correlation indexes between them are 0.60—0.90 (Table 1).