

## ВЪТРЕШНОГОДИШНАТА НЕРАВНОМЕРНОСТ НА ОТТОКА В ОБЛАСТТА СЪС СРЕДИЗЕМНОМОРСКО КЛИМАТИЧНО ВЛИЯНИЕ В БЪЛГАРИЯ

К. Стойчев

Една от характерните черти в режима на речния отток в България е неговата значителна неравномерност. Изучаването на този въпрос при все по-засилващия се недостиг на води както в световен мащаб, така и у нас, придобива не само важно теоретическо, но и практическо значение с оглед използването на водните ресурси за енергийни, мелиоративни и битови нужди.

Специални изследвания върху вътрешногодишната неравномерност на оттока досега у нас не са правени. Вариациите на оттока са разглеждани само в някои по-общии публикации, в които се третира цялостно режимът на оттока в страната (П. Пенчев, 1959) или някои негови елементи (Р. Русев, 1959; Ив. Маринов, Т. Панайотов, Д. Печинков, 1959). По-определено внимание върху неравномерността на оттока е обърнал П. Пенчев (1966) при разглеждане на особеностите на оттока в областта със средиземноморско климатично влияние, където се сочат и някои данни за неравномерността на оттока.

В настоящата статия се прави анализ на неравномерността на оттока с помощта на някои неизползвани досега у нас хидроложки показатели.

Като количествен показател за изменчивостта на оттока досега най-често се използваше коефициентът на вариация на оттока. Този показател дава добра представа за варибилността на оттока, но от него не се добива непосредствена представа за потенциалните възможности за използване на водните ресурси за определени практически цели. Ето защо напоследък в СССР бяха разработени чисто хидроложки показатели за характеризиране на неравномерността на оттока. Пръв С. И. Рибкин (1936) предлага като параметър за неравномерността на вътрешногодишното разпределение на оттока да се използва величината на дефицита или излишъка на оттока по отношение на средния многогодишен отток. Същото предложение е повторено по-късно от П. М. Дмитревски (1940), който приема като общ показател на вътрешногодишната неравномерност на оттока „обема на въображаемото водохранилище, необходимо за пълното регулиране на годишния отток“.

Д. Л. Соколовски (1946) въвежда коефициента на естествената регулираност на оттока, който представлява отношението на базисната част на хидрографа, или кривата на продължителността на денонощните водни количества под средния отток към средния многогодишен отток. Коефициентът на естествената регулираност на оттока е използван от М. С. Торгомян (1951, 1955) при изучаване на водните ресурси в Арменска ССР, с оглед тяхното енергетично използване. Въз основа на величината на този показател той класифицира реките в Арменска ССР като слабо регулирани ( $\varphi < 0,60$ ), средно регулирани ( $\varphi = 0,60-0,75$ ) и силно регулирани реки ( $\varphi > 0,75$ ).

Ш. А. Шахбазян (1956) свързва тези три типа реки с условията на подхранване на реките в Арменска ССР.

В. Г. Андреев (1953, 1960) предлага като общ показател на вътрешногодишните колебания да се използва коефициентът на вътрешногодишната неравномерност на оттока ( $\alpha$ ), който представлява „величината на дефицита на оттока до средногодишния отток, изразена в части от обема на оттока в дадена година и равна на допълнението до единица на коефициента на регулираността“. Същият автор е изчислил този показател за повече от 300 водочетни поста в европейската територия на СССР и е установил, че средната му величина се движи в границите от 0,10 до 0,93. Предложеният от В. Андреев коефициент е използван от Л. Д. Лаврентиева (1958) и В. Г. Шпак (1962) при изучаване на водноенергичните ресурси в различни райони на Средна Азия. Този показател характеризира не само степента на неравномерността на оттока, но едновременно с това определя и обема на водохранилищата, необходими за пълното годишно регулиране на оттока, поради което намери широко приложение в практиката за изучаване на водните ресурси за енергийни цели. При изучаване на водните ресурси в Киргизка ССР Л. Д. Лаврентиева доразвива и допълва този коефициент с два нови показателя: показател за дълбочината на дефицита на оттока ( $\beta$ )

$$\beta = \frac{Q_{\text{ср}} - q_{\text{min}}}{Q_{\text{ср}}}$$

и показател за продължителността на дефицита на оттока ( $T$ )

$$T = \frac{365 - t}{365},$$

където  $Q_{\text{ср}}$  е средният годишен отток,  $q_{\text{min}}$  — минималният средномесечен отток в средноводна година и  $t$  — продължителността на дефицита на оттока в дни.

У нас тези показатели досега не са прилагани в научните изследвания. Ето защо ние си поставихме за задача да изпробваме тяхната приложимост при нашите условия за областта със средиземноморско

климатично влияние,<sup>1</sup> където различията в климатичните и хидроложките условия между отделните райони не са така големи и където се очаква величината на неравномерността на оттока да е най-значителна. За целта беше изчислен показателят на неравномерността на оттока

Таблица 1

Коефициенти на неравномерността на оттока

Река и водочет	Площ $F$ , км <sup>2</sup>	Коефициент на неравномерността на оттока ( $\alpha$ )	Коефициент на дълбочината на дефицита на оттока ( $\beta$ )	Коефициент на продължителността на дефицита на оттока ( $T$ )
Мараш — с. Лозенец	90	0,64	0,97	0,83
Факийска — с. Факия	120	0,45	0,86	0,78
Буюклийска — Свиленград	154	0,61	1,00	0,77
Хаджийска — с. Речица	169	0,40	0,76	0,71
Ропотома — с. Веселие	190	0,55	0,95	0,80
Черна река — с. Търън	242	0,40	0,83	0,70
Арда — гр. Рудозем	260	0,46	0,74	0,75
Омуровска — сп. Черна гора	266	0,44	0,82	0,74
Явуздере — с. Синапово	273	0,46	0,92	0,74
Харманлийска — с. Малеве	281	0,54	0,96	0,79
Банска — с. Добрич	326	0,48	0,90	0,77
Велека — с. Звездец	331	0,50	0,85	0,73
Ракитница — с. Ракитница	346	0,36	0,84	0,68
Господаревска — с. Светляна	387	0,32	0,73	0,70
Бяла река — с. Меден бук	432	0,54	0,94	0,76
Калница — с. Крумово	458	0,50	0,90	0,78
Бургасдере — Крумовград	498	0,52	0,97	0,76
Факийска — с. Зидарево	626	0,50	0,93	0,73
Велека — с. Граматиково	772	0,42	0,83	0,68
Мочурица — с. Воденичане	1110	0,49	0,93	0,78
Върбица — сп. Джебел	1150	0,53	0,97	0,77
Луда Камчия — с. Аспарухово	1530	0,45	0,90	0,72
Струмешница — с. Митиново	1890	0,36	0,87	0,65

по В. Г. Андреев, както и допълнителните показатели — дълбочина и продължителност на дефицита, по Л. Д. Лаврентиева за 23 речни басейна. Подборът на станциите бе направен както с оглед качествата на хидрометричните данни, така и с оглед на тяхната териториална репрезентативност.

За разчетен период бе избран периодът от 1954/1955 до 1962/1963 г. Той включва, както е известно, един добре обособен негативен цикъл в колебанията на оттока от 9 години е и със сравнително най-пълни хомогенни редици с ненарушен или слабо нарушен режим на оттока. Получените средни данни за неравномерността на оттока са представени в табл. 1. Както се вижда от данните в нея, коефициентът

<sup>1</sup> Разглежданата хидроложка област се третира в границите, определени от П. Пенчев (1959).

на неравномерността на оттока за разглежданата област има стойност от 0,32 до 0,64. С най-голяма неравномерност (0,61—0,64) или с най-слаба регулираност на оттока изпъкват поречията на р. Мараш (десен приток на р. Мочурица) и р. Буюклийска (ляв приток на р. Марица). Тези басейни се отличават с малки водосборни площи и хълмист релеф. Изградени са от разнообразни, но слабо задържащи оттока скали. При р. Мараш преобладават еоценски и сенонски пясъчници, глини и мергели, а в басейна на р. Буюклийска по-значително участие имат южнобългарските гранити и палеогенните пясъчници и пясъчливи мергели.<sup>1</sup> Слабата залесеност с дъбови гори—съответно 39 и 28%, и канелените почви не създават условия за формиране на по-значителни количества подземни води, поради което валежите се оттичат с голяма неравномерност.

С най-малка неравномерност (0,32—0,45) се характеризират басейните на р. Сюютлийка, Струмешница, Черна река и реките в Бургаската низина. Причините за тази малка неравномерност на оттока в отделните басейни са различни. По-главни от тях са: слабият наклон на релефа, обширното развитие на речни тераси и значителното участие на алувиалните отложения, което съдействува за по-значителна филтрация на водите и по-равномерно подхранване с подземни води. Почвената покривка, представена от чернозем-сморници и ливадно-алувиални почви, допринася също за по-равномерно оттичане на водите. В горното течение на р. Арда и особено левия ѝ приток Черна река, както и за р. Велека до Граматиково изпъква ясно ролята на геоложкия строеж и залесеността за намаляване на неравномерността на оттока. Голямо участие в геоложкия строеж на тези басейни имат мраморите и риолитите, които с голямата си напуканост създават благоприятни условия за формиране на карстови и подземни води. Това допринася за регулиране на оттока. Този процес се подсилва и от голямата залесеност на тези поречия. В басейна на р. Арда до Рудозем например залесеността е 75% и е представена от бял бор, смърч и бук, а в поречието на р. Черна до с. Търън, където преобладават същите видове, тя е 70%. Притоците на р. Тунджа от Тунджанската хълмиста област (Калница, Явудере и Поповска), както и р. Банска (десен приток на Марица), развила басейна си в северните склонове на Източните Родопи, показват коефициент на неравномерност 0,46—0,50. По-високата стойност на коефициента на неравномерност тук в сравнение с тази на реките от Бургаската низина и Тракийската низина се дължи вероятно на хълмистия релеф и по-добрите отточни условия, създавани от скалната подложка (диорити, гранити и глини). Величината на този коефициент обаче е по-малка в сравнение с тази на р. Мараш и р. Буюклийска поради по-малката височина на релефа и уча-

<sup>1</sup>При характеристиката на геоложкия строеж, почвената покривка и залесеността ползвахме съответно геоложка карта, карта на почвите и карта на горите в НРБ в М 1:200 000.

стието на мраморизирани варовици и риолити (р. Банска) в геоложкия строеж.

Реките в Източните Родопи (Върбица, Крумовица, Бяла река и Харманлийска) се характеризират със значителна неравномерност на оттока ( $\alpha=0,50—0,54$ ). Скалният строеж на района, представен от пясъчници, конгломерати, пясъчливи мергели, риолити и др., съчетан с твърде гънките канелено-оподзолени почви и със слабата залесеност—съответно 53, 44, 45%, създава благоприятни условия за формиране на високи речни прииждания през есенните и зимните месеци и слабо подхранване през пролетта и лятото. Това обуславя голямата вариативност на оттока.

От направения анализ се вижда, че геоложките условия в съчетание с почвената покривка и залесеността, което определя до голяма степен съотношението между постоянната и непостоянната съставка на речния оток, влияят съществено върху коефициента на неравномерността на оттока.

Климатичните условия също оказват влияние върху неравномерността на оттока. Характеристика на климата в разглежданата област е правена от редица автори (Л. Събев и Св. Станев, 1959; Д. Димитров, 1966, и др.) От хидроложка гледна точка тази характеристика бе допълнена от П. Пенчев (1966). Характерна черта на климата в тази област според посочените автори се явява меката и валежна зима с твърде непостоянна снежна покривка поради честия преход на температурата над 0° и слънчевото горещо и сухо лято. Тези климатични условия съдействуват за формиране на високи отточни вълни през зимата и силно намаляване на оттока през лятото, а в последна сметка—значителна неравномерност на оттока. За изясняване влиянието на климатичните условия върху коефициента на неравномерността на оттока ние се спряхме главно на валежите, като за целта изчислихме коефициента на неравномерността на валежите по същия начин, както за оттока.

Таблица 2

Както се вижда от получените данни (табл. 2), коефициентът на неравномерността на валежите е значително по-висок от този на оттока. Освен това прави впечатление, че този коефициент има почти еднакви стойности за цялата област. Изследването на влиянието на температурите за случая не е наложително, тъй като те също увеличават неравномерността на оттока. Следователно климатичните условия създават една постоянна възможност за голяма неравномерност в разпределението на оттока. Осъще-

Коефициент на неравномерност на валежите

Станция	Коефициент на неравномерност на валежите
Люляково	0,75
Камено	0,78
М. Търново	0,74
Любенова махала	0,77
Джебел	0,73

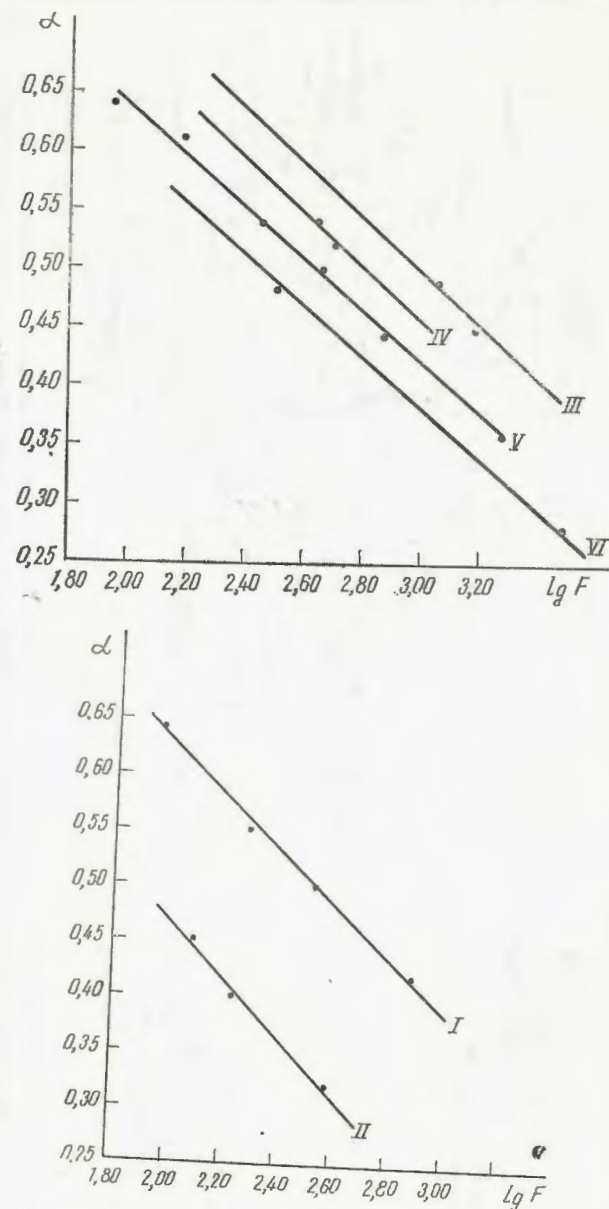
ствяването на тази възможност в отделните басейни обаче е различно и зависи от влиянието и на останалите физикогеографски условия.

Наред с влиянието на разгледаните фактори немалка роля върху величината на неравномерността на оттока играе и площта на водосборните басейни. Влиянието на този фактор има специфичен характер. Неговото действие се изразява в това, че с увеличаване площта на басейните се извършва твърде сложно уравновесяване на противоположните действия на отделните физикогеографски фактори. За изясняване ролята на този фактор потърсихме графична корелативна зависимост между площта на речните басейни и коефициента на неравномерността на оттока. Оказа се, че при пряко съпоставяне на тези величини не се получава ясна и отчетлива зависимост. Ако съпоставяне-то обаче вместо с данните за площта се извърши с логаритмите на числата на водосборните площи, зависимостта се подобрява значително (фиг. 1).

Както се вижда, графичният образ на тази зависимост има праволинеен характер и показва, че с увеличаване площта на водосборните коефициентът на неравномерност намалява. Очертават се при това редица районни зависимости. Зависимостта между коефициента на неравномерност на оттока и площта на водосборните басейни ни даде възможност да приведем данните за този коефициент към еднаква площ на водосборните басейни. За целта от показаните зависимости бяха отчетени стойностите на коефициента на неравномерност на оттока при  $\log F = 2,40$ . Този размер за площта на водосборните басейни бе избран с оглед на възможно най-малка екстраполация на отделните зависимости при привеждането на коефициента към еднаква площ. Въз основа на получените данни извършихме картиране на разглеждания коефициент (фиг. 2).

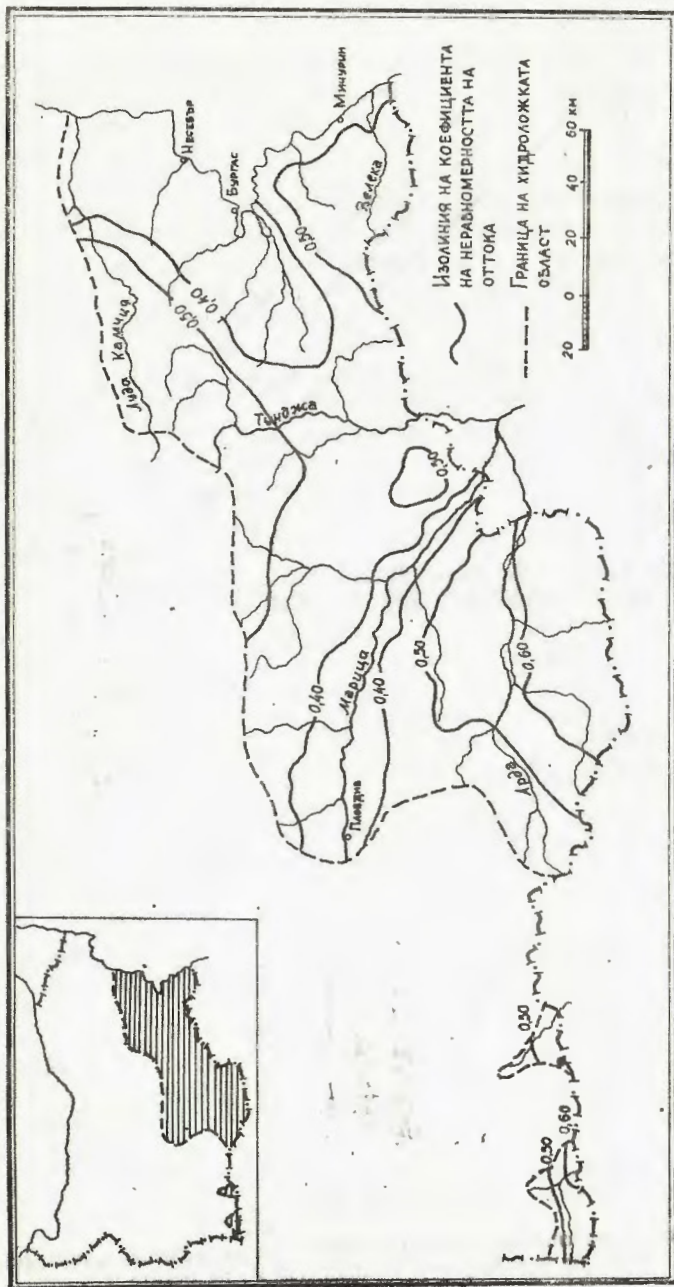
Изчертаването на изолиниите на картата бе направено с помощта на графична интерполация при съблюдаване на особеностите на физикогеографските условия. За целта бяха използвани карти на геоложкия строеж, почвите и растителността в М 1:200 000. От приложената карта за коефициента на неравномерността на оттока (фиг. 2) се вижда, че с най-голяма неравномерност ( $\alpha = 0,60$ ) се отличават речните басейни на р. Върбица, Крумовица и Бяла река. Същата неравномерност на оттока се наблюдава още в басейна на р. Луда Камчия и р. Мараш. Значителна е неравномерността на оттока в лявата част на водосборния басейн на р. Арда и р. Харманлийска ( $\alpha = 0,50 - 0,60$ ) и при реките в южния склон на Сакар планина и Странджа планина. Най-малка неравномерност на оттока имат черноморските реки в Бургаската низина и северно от нея. По аналогия, като изхождаме от физикогеографските условия, с такава неравномерност отделяме и една ивица от двете страни на р. Марица.

Представата за неравномерността на оттока се допълва добре от втория коефициент за дълбочината на дефицита на оттока. Той зависи силно както от климатичните условия (овлажнение и изпарение), така също и от геолошко-геоморфоложките условия, които определят под-

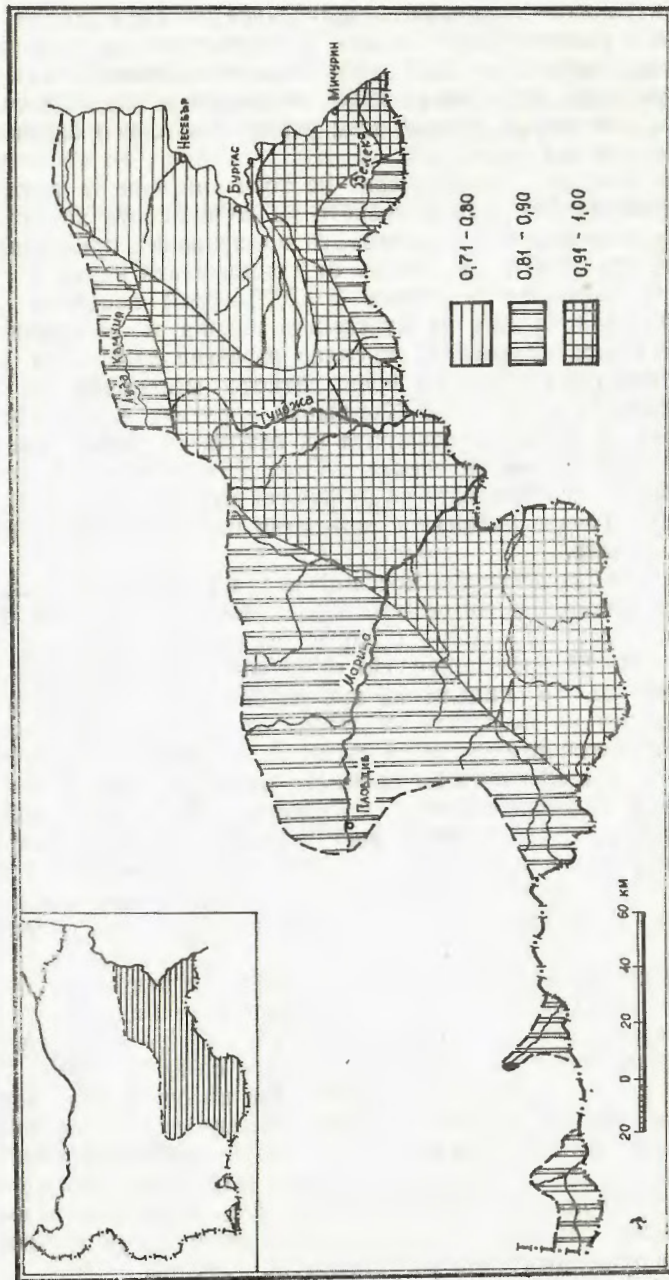


Фиг. 1. Корелационни зависимости между коефициентите на неравномерността ( $\alpha$ ) и площите на водосборните басейни ( $\log F$ ) на реките в:

а) Странджа планина (I), Бургаската низина (II),  
б) Източна Стара планина (III), Източни Родопи (IV), Тунджанска кълмиста област (V), Старазагорското поле (VI)



Фиг. 2. Карта на коефициента на неравномерност на оттока ( $\alpha$ ) в областта със средиземноморско климатично влияние



Фиг. 3. Карта на коефициента на дълбочината на дефицита на оттока ( $\beta$ )

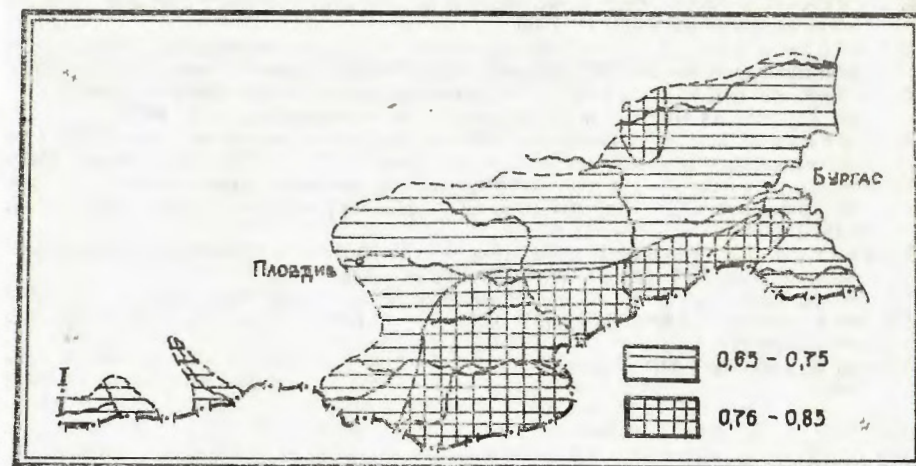
земното подхранване на реките. Получените за него данни (табл. 1) показват, че в разглежданата област коефициентът за дълбочината на дефицита има стойност от 0,73 до възможно най-голямата си величина 1,00. Следователно може да се каже, че реките в областта със средиземноморско влияние се отнасят към реките със силно изразено маловодие и пресъхващи реки.

Териториалното разпределение на този коефициент пред вид на голямото разнообразие в разкриването на водоносните хоризонти, което определя величината на подземното подхранване, представяме чрез ареали (фиг. 3). Както се вижда от приложената карта, с най-малка дълбочина на дефицита на оттока ( $\beta=0,70-0,80$ ) изпъкват реките в северната и средната част на Бургаската низина и най-източните разклонения на Стара планина. С по-силно изразена дълбочина на дефицита на оттока ( $\beta=0,80-0,90$ ) през лятното маловодие се отличава левите притоци на р. Арда до Кърджали и реките в Старозагорското поле. Същата величина на дефицита на оттока се наблюдава и в бoсейна на р. Луда Камчия и реките в Странджа планина. В останалата част на областта дълбочината на дефицита на оттока е над 0,92 и достига до 1,00. Това е районът с най-силно изразено маловодие и пресъхване на реките.

При третия показател — коефициента на продължителността на дефицита, е характерно, че се наблюдават високи стойности за цялата разглеждана област ( $T=0,68-0,70$ ), но са малки различията в неговото териториално разпределение. По величината на този показател областта може да се поделни на два района: силно засушлив район с продължителност на дефицита на оттока от 0,76 до 0,80, който обхваща най-югоизточните части на страната, и втори — значително засушлив район, в който попадат високите части от поречията на р. Арда и реките в Пловдивското и Старозагорското поле, Тунджанската хълмиста област, Бургаската низина и най-източните разклонения на Стара планина, влизащи в областта. Тук продължителността на дефицита е 0,68—0,75. Високите стойности на този коефициент показват, че в областта е необходимо продължително регулиране на оттока (248—292 дни).

От направения анализ се вижда, че в най-богатите на водни ресурси в областта райони, каквито са Източните Родопи, Странджа и Стара планина, където модулът на оттока е от 5—25 л/сек/км<sup>2</sup>, естествената регулираност на оттока ( $\varphi=1-d$ ) е само 40—50%. Следователно за пълното рационално използване на оттока за енергийни и мелиоративни цели е необходимо изграждане на водохранилища, в които да се регулират най-малко 50—60% от годишния обем на оттока. В долината на р. Марица и в Бургаската низина неравномерността на оттока е по-малка (0,40), но водните ресурси на тези райони са твърде малки ( $M_0=1-5$  л/сек/м<sup>2</sup>). Ето защо и тук е необходимо значително и продължително регулиране на оттока.

Анализът показва още, че коефициентът на неравномерността на оттока отразява добре влиянието на физикогеографските условия върху неравномерността на оттока и допълва съществено познанията ни за особеностите на режима на оттока. Той може да бъде използван



Фиг. 4. Карта на коефициента на продължителността на дефицита ( $T$ )

като надежден показател при изучаването режима на оттока с оглед използването му за нуждите на народното стопанство. Известен недостатък на този коефициент е само това, че той отразява вътрешногодишната неравномерност на оттока сумарно, без да разкрива неравномерността по сезони и месеци.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреанов, В. Г. — Методика расчета внутригодового распределения стока с учетом водности года, Труды ГГИ, вып. 38(92), 1953.
2. Андреанов, В. Г. — Внутригодовое распределение речного стока, Л., 1960.
3. Димитров, Д. Й. — География на България, Физическа география, т. I, С., 1966.
4. Димитревский, П. М. — Качественный показатель для характеристики рек как объектов энергетического использования, Гидротехническое строительство, № 9, 1940.
5. Лаврентьева, Л. Д. — Показатели внутригодовой незарегулированности водно-энергетических ресурсов, Изв. АН Казахской ССР, серия энергетическая, вып. 2, 1958.
6. Маринов, Ив., Т. Панайотов, Д. Печинков — Средногодишнен отток в НР България, Трудове на Института по хидрология и метеорология, т. IV, 1959.
7. Пенчев, П. — По въпроса за хидроложкото райониране на България, Изв. на Геогр. институт на БАН, т. IV, 1959.
8. Пенчев, П. — Някои особености на генезиса и режима на речния отток в област-

- та със средиземноморско климатично влияние в България, Изв. на Бълг. геогр. д-во, кн. VI (XVI), 1966.
9. Рыбкин, С. И. — Новые универсальные характеристики речного стока и применение их к решению водохозяйственных задач, Метеорология и гидрология, № 3—4, 1935.
  10. Русев, Р. — Характеристика на средния многогодишен отток в България, Изв. на Геогр. институт на БАН, т., 1960.
  11. Соколовский, Д. Л. — Гидрологические и водохозяйственные расчеты при проектировании малых ГЭС, Труды НИУ ГУГМС, серия IV, вып. 36, Л., 1946.
  12. Събев, Л. и Св. Станев — Климатичните райони на България и техният климат, Трудове на Института по хидрология и метеорология, т. V, 1959.
  13. Торгомян, М. С. — Характеристика водных ресурсов горных рек с точки зрения их энергетического использования, Изв. АН Арм. ССР, т. VIII, № 2, Ереван, 1955.
  14. Шахбазян, Ш. А. — К типизации кривых обеспеченности среднесуточных расходов рек Армянской ССР, Изв. АН Арм. ССР, физ.-мат., естеств. и техн. науки, т. IX, № 10, 1956.
  15. Шпак, В. Г. — Некоторые показатели внутригодового распределения стока рек Киргизии, Изв. АН Кирг. ССР, т. IV, вып. 5, 1962.
- \* Геоложка карта на НР България, Управление за геоложки проучвания, С., 1961.
  - \* Карта на горите в НР България, Главно управление на горите при Министерския съвет, С., 1961.
  - \* Карта на почвите в НР България.

## INEGALITE DE L'ECOULEMENT AU COURS DE L'NNEE DANS LA REGION A INFLUENCE CLIMATIQUE MEDITERRANEENNE EN BULGARIE

K. Stoichev

Résumé

L'auteur de cet article examine l'inégalité de l'écoulement fluvial dans les parties du sud-est et du sud-ouest de la Bulgarie, où il a été établi, que le régime fluvial subit l'influence climatique méditerranéenne. Cette inégalité est analysée à l'aide du coefficient de l'inégalité intra-annuelle de l'écoulement, proposé par V. G. Andreyanov (1953, 1960), ainsi que des coefficients complémentaires donnés par L. D. Lavrentieva (1958).

A cet effet, on a calculé les valeurs moyennes de ces indices pour une période de neuf années (1953/54 à 1962/63), consignés par 23 stations de jaugeage. Les valeurs quantitatives de ces coefficients sont représentées à la table N°1, alors que leur répartition territoriale est indiquée par les cartes géographiques aux fig. 2, 3 et 4.

Ainsi qu'il appert de la table et des cartes mentionnées, la grandeur du coefficient de l'inégalité varie, selon les diverses parties de la région, de 0,32 à 0,64. Le second indice, coefficient de profondeur du déficit, qui complète dans une importante mesure, l'idée de l'inégalité, comporte une valeur de 0,73 jusqu' à la plus forte possible de 1,00 tandis que le coefficient de la durée du déficit varie dans une limite de 0,68 à 0,80.

Ainsi qu'il appert de l'analyse des influences de divers facteurs sur le coefficient d'inégalité de l'écoulement, ce coefficient dépend surtout des conditions géologiques et de la couverture végétale du sol. Les conditions climatiques régnant dans la région examinée, constituent une possibilité constante de fortes inégalités dans l'écoulement. La réalisation de cette possibilité est, toutefois, déterminée par l'influence des autres facteurs physio-géographiques.

La superficie du bassin hydrographique joue un rôle important dans la valeur du coefficient d'inégalité de l'écoulement. Avec l'extension de la superficie de ces bassins, il s'effectue un équilibre fort complexe de l'action inverse des divers facteurs physio-géographiques. De bonnes relations (dépendances) corrélatives graphiques ont été établies, pour les différentes zones de la région, entre le coefficient d'inégalité de l'écoulement et les logarithmes des nombres des superficies des bassins hydrographiques (fig. 1).