

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 110

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

Book 2 – GEOGRAPHY

Volume 110

ОЦЕНКА И ГЕОГРАФСКО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА РЕЧНИЯ ОТТОК ПРЕЗ 2000/2001 ГОДИНА

НЕЛИ ХРИСТОВА¹, ЕКАТЕРИНА ИВАНОВА²

¹ *Катедра Климатология, хидрология и геоморфология*

² *Институт за космически изследвания и технологии – БАН*

e-mails: hristovaneli@abv.bg; e_i_ivanova@abv.bg

Nelly Hristova, Ekaterina Ivanova. ASSESSMENT AND GEOGRAPHY OF ANNUAL STREAMFLOW FOR 2000/2001 IN BULGARIA

Assessment of severity level of mean annual streamflow and their spatial distribution is an important task for scientific hydrology and geography, steps in the development of drought management plans. Current study analyzed the annual streamflow for 2000/2001 (the driest hydrological year for the period 2000–2014). The work is based on mean annual streamflow for 160 drainage basins which cover all territory of Bulgaria. Assessment is completed on two approaches: in comparison with the thresholds levels – Q50 (50% probability – normal year), Q75 (75% probability – dry year) and Q95 (95% probability – severe dry year) and into three categories – moderately drought ($Q50 \geq Qi \geq Q75$), severely drought ($Q75 \leq Qi \leq Q95$) and extremely drought ($Qi \leq Q95$); according to Standardized Runoff Index (SRII2) and classified the annual streamflow into four categories. Results attest wide areas in categories severely and extremely drought according to accepted thresholds and much drier than normal and severely drier than normal according to values of SRI. Moderately drought covers several drainage basins in Northwest, Eastwest and Southeast Bulgaria. Hydrological 2000/2001 year is not driest for all river basins, but it is one of the driest years in the country for the whole period of hydrometric observation. There are not any spatial regularities of distribution of hydrological drought. This study supplement hydrological picture for driest hydrological years in Bulgaria and it is important for preliminary drought risk assessment.

Key words: annual streamflow, SRI, hydrological drought, 2000/2001 hydrological year, Bulgaria.

УВОД

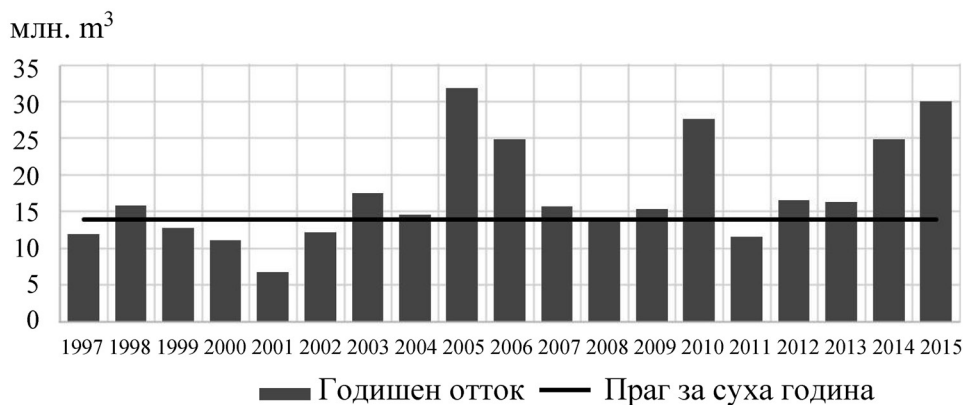
Изучаването на сухите хидроложки години и спецификата в регионалната им проява е едно от предизвикателствата на теоретичната хидрология и географските анализи

зи поради успоредността на няколко фактора – липса на единен подход за тяхната идентификация и еднозначна оценка, голяма изменчивост, случайност и неопределеност, ниско качество на изходната хидрометрична информация, сложно пространствено-времево разпределение, нееднозначни зависимости с обуславящите фактори и др. Значимостта на проучванията в този аспект се допълва от потребността за разширяване на научните изследвания за годините с малка водност на територията на страната, реализирани в различни аспекти от Мандаджиев и др. (1996), Gerassimov et al. (2001), Hristov et al. (2004), Лазаров и др. (2004), Dakova (2004), Чиликова-Любомирова (2013), Георгиева и др. (2014), а също така от необходимостта за разкриване на регионалните особености в разпределението на речния отток в условията на засушаване. Анализите на маловодните години са важни още заради необходимостта от изработването на планове за управление на засушаванията и за оценка на риска от проявата им, за политиката по предприемане на превантивни дейности за смекчаване на негативните въздействия от намаляването на водните ресурси. Познаването на регионалната специфика в проявата на сухите хидроложки години съответства на задачата за изработване на Стратегията за недостига на вода и суша (Strategy for water scarcity and droughts, 2012) в „Проект за опазване на европейските води“, на Интегрираната програма за управление на засушаванията (Integrated drought management programme – IDMP), предложена от Европейската комисия през 2007 г. Посочените документи изискват като първа стъпка идентифициране на сухите години, анализи за тежестта, честотата и интензивността на засушаване, разпределението на речния отток по речни басейни през маловодни години, определянето на териториите с най-голям риск от значително намаляване на водните ресурси, картографиране на районите с различна степен на риск от засушаване и др. Към посочените мотиви за настоящата работа се прибавя и липсата на целенасочени хидрологични проучвания за измененията на речния отток през последните 15 години (период който включва изключително сухи и изключително влажни години), от една страна, и, от друга – от общите сведения, които дават бюлетините НИМХ за регистрирания отток по календарни години и по райони за басейново управление.

В този контекст целта на настоящото изследване е оценка на степента на водност на хидроложката 2000/2001 г. и географското разпределение на речния отток на територията на страната през същата година като отговор на изключителното метеороложко засушаване през 2000 г.

ГОДИШЕН ОТТОК ЗА 2000/2001 г.

По данните за регистрирания отток, публикувани от НИМХ, през периода 2000–2015 г. най-маловодна е 2001 г., когато на територията на страната се формират 6684,1 млн. m³ водни запаси и годишният отток е под прага за суха година (Бюлетин за състоянието..., 2001) (фиг. 1). През 2000/2001 г. годишният воден обем е 9392,1×10⁶ m³ – 49,7% от оттока на средно суха година (повторяемост един път на четири години), 56,9% от оттока на суха година (повторяемост един път на седем години) и 71,8% от оттока на много суха година (повторяемост един път на двадесет години). Неговите стойности, отнесени към нормата за периодите 1930/1931–2000/2001, 1960/1961–



Фиг. 1. Годишен отток за периода 1997–2015 г. (по данни от НИМХ, <http://hydro.bg/bg/data/reki>)

Fig. 1. Annual streamflow for 1997–2015 (source NIMH)

1989/1990 и 1971/1972–2000/2001 г. представляват съответно 50,5, 52,0 и 57,7% от нея (Бюлетин за състоянието..., 2001). Обемът на речния отток през 2000/2001 г. е по-малък и от този на предходните три сухи хидроложки години (фиг. 1).

Представа за степента на водност на 2000/2001 г. дава още сравнението на годишния отток през тази година с екстремните маловодни години – 1989/1990, 1993/1994 и 1992/1993, през които се формират съответно 5996,2, 7085,5 и 7103,9 млн. м³ водни запаси (Лазаров и др., 2004). Изследвана хидроложка година е по-многоводна с 56% спрямо 1989/1990, и с 32% в сравнение с 1993/1994 и 1992/1993 г. Данните от бюлетените на НИМХ за сухите в хидроложки аспект години 2000, 2002, 2008 и 2011 показват големи различия в степента на засушаване по райони за басейново управление.

ИЗХОДНИ ДАННИ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Настоящото изследване се основава на средногодишния отток за 2000/2001 г. на 160 речни басейна на територията на страната. Към изходната информация се отнася още нормата на речния отток за 1961–1998 г., определена в Генерални схеми... (1999–2000) и стандартното отклонение на вариационната редица за същия период, стойностите на годишния отток при обезпеченост 75 и 95% от теоретичните криви, апроксимиращи емпиричните разпределения до 1982/1983 г., определени в Хидрологичен справочник... (1982). Изключение са водосборите на реките Лом и Арда, за които водността на 2000/2001 г. се оценява по данни от емпиричната обезпеченост на годишния отток за периодите от началото на хидрометричните наблюдения до 2015 г., при модифицирана хидрометрична информация, предоставени от НИМХ, за 1983–1999 и 2006–2014 г.

Оценката за водност на 2000/2001 г. в настоящото изследване се извършва въз основа на два подхода – чрез използване на прагови стойности, и чрез изчисляването на ин-

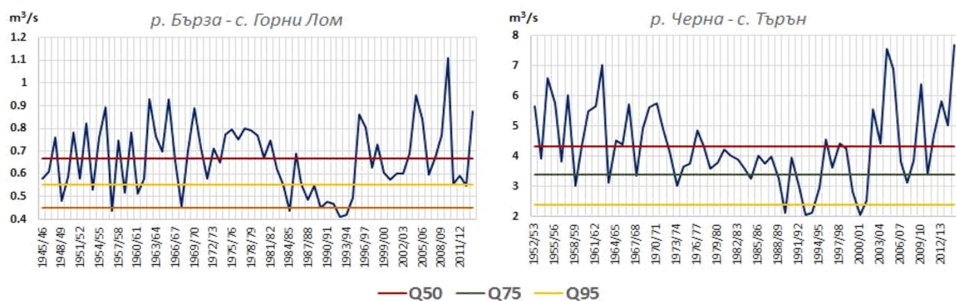
декси. Класифицирането на годишния отток при първия подход е: a – спрямо нормата на оттока или годишен отток с обезпеченост 50% (Q_{50}) – праг за нормално водна година; b – спрямо годишен отток с обезпеченост 75% (Q_{75}) – праг за суха година; c – спрямо годишен отток с обезпеченост 95% (Q_{95}) – праг за много суха година. Посочените стойности са възприети в хидрологичните изследвания и в оценките на речния отток при водоползване за напояване и за питейно-битово водоснабдяване (Наредба за..., 2011). Към тях се отнася и годишен отток с 85% обезпеченост – праг при водовземане за производство на електроенергия (Наредба за..., 2011). При този подход хидроложките години се оценяват чрез категориите „по-маловодна“ и „по-многоводна“ по дялът (в %) на годишния отток спрямо нормата и само като дял от оттока спрямо суха и много суха година. За по-ясно класифициране на водността на дадена хидроложка година настоящото изследване предлага и използва следните три категории степен на засушаване: умерено засушаване ($Q_{50} \geq Q_i \geq Q_{75}$), силно засушаване ($Q_{75} \geq Q_i \geq Q_{95}$) и изключително засушаване ($Q_i < Q_{95}$). Наименованията на категориите е еднакво с това, използвано при индексите за оценка на хидроложката суша.

Настоящата работа дефинира степента на водност на 2000/2001 г. и чрез изчисляването на т. нар. стандартизиран индекс на оттока (Standardized runoff index) – SRI, предложен от Shukla и Wood през 2008 г. и разработен на основата на SPI – Standardized precipitation index (McKee et al., 1993), който е един от най-често използваните индикатори (Handbook of drought indicators and indices, 2016). Прилага се най-вече на основата на месечния отток с определена времева стъпка (най-често три месеца) за даден речен басейн и е приет в редица европейски държави, включително и в България. Предимството на SRI е, че дава възможност за оценка на регионални и вътрешнорегионални прояви на хидроложко засушаване чрез картографиране на индекса (Handbook of..., 2016).

Като първа стъпка в настоящото изследване са изчислени стойностите на индекса за една година (SRI12) за 160 хидрометрични станции за различни речни басейни на територията на цялата страна. След това е създадена географска база данни в ГИС среда, която включва пространствена информация за реките, речните басейни и хидрометричните станции на територията на цялата страна, като направените изчисления са пренесени в атрибутивните таблици на ГИС данните. Накрая, по метода на интерполацията, е генерирана карта на пространствената диференциация на индекса на територията на България. Оценката на годишния отток е направена въз основа на класификация на индекса, адаптирана към европейските условия по скалата: $SRI \geq 1,65$ – изключително влажно; $1,65 < SRI \leq 1,28$ – много влажно; $1,28 < SRI \leq 0,84$ – умерено влажно; $0,84 < SRI \leq -0,84$ – около средното; $-0,84 < SRI \leq -1,28$ – умерено засушаване; $-1,28 < SRI \leq -1,65$ – силно засушаване; $SRI < -1,65$ – изключително засушаване. Според Abril et al. (2012) $SRI = -1,65$ съответства на отток с 95% обезпеченост, $SRI = -1,28$ на отток с 90% обезпеченост, а $SRI = -0,88$ на отток с 80% обезпеченост.

РЕЗУЛТАТИ

Годишният отток за 2000/2001 г. е под Q_{50} във всички речни басейни (Приложение 1). Представа за степента на отклонение на неговите стойности от избраните



Фиг. 2. Хронологичен ход на годишния отток спрямо прагове Q50, Q75 и Q95 за р. Бърза – с. Горни Лом и р. Черна – с. Търън

Fig. 2. Annual streamflow and thresholds Q50, Q75 and Q95 for Barza River at Gorni Lom and Cherna River at Taran

прагове дава хронологичният ход на оттока за р. Бърза – с. Горни Лом и р. Черна – с. Търън (от поречие Арда) до 2015 г. (фиг. 2).

В по-голямата част от територията на страната (73% от изследваните речни водосбори) годишният отток за 2000/2001 г. е под Q95 и свидетелства за изключително засушаване. Най-малък дял от оттока за много суха година се регистрира в северо-западните части на страната (при реките Тополовец и Войнишка), за някои родопски притоци на р. Марица (р. Въча – Настан, р. Чепинска) и на р. Места (р. Канина), за реките Санданска Бистрица и Пиринска Бистрица (Пирин) (Приложение 1). В посочените речни басейни големите отклонения на годишния отток под Q95 са следствие не само на метеороложното засушаване през 2000 г., но и на значителния антропогенен натиск във водосборите им. Водите на р. Въча се използват за производство на електроенергия в каскада „Доспат–Въча“, за напояване и за водоснабдяване на населението, а водите от горното течение на р. Чепинска – за попълване на яз. „Батак“. Големи водни обеми от р. Канина се насочват към горното течение на р. Доспат. Оттокът на р. Санданска Бистрица също е нарушен от използването на нейните ресурси за производство на електроенергия. За останалите водосбори с изключително засушаване намалението на годишния отток спрямо Q95 е преобладаващо в границите 30–60% (Приложение 1). Изключителното засушаване в посочените речни водосбори се потвърждава и от по-ниските стойности на оттока от абсолютния годишен минимален отток, регистриран за периода до 1982/1983 г. (поради липсата на публични данни за годишния отток след 1983 г.).

Със силно засушаване ($Q75 \leq Qi \leq Q95$) през 2000/2001 г. в Дунавския водосборен басейн са повечето речни басейни в поречие Огоста, долните течения на реките Скът и Искър, басейните от планинската част на р. Янтра и почти целия речен водосбор на Русенски Лом. В Черноморската водосборна област със силно засушаване се характеризират басейните на р. Врана – Търговище, старопланинската част от водосбора на р. Камчия, р. Айтоска и горното течение на р. Велека. Силно засушаване в Егейската

водосборна област се регистрира при някои притоци на р. Марица (Стрелченска Луда Яна, Стара, Банска, Сазлийка), за десните притоци на р. Арда – Върбица, Крумовица, Елховска, и за р. Синаповска от поречие Тунджа (Приложение 1). По-малката степен на хидроложко засушаване в тези райони на страната е следствие на по-големите валежи, съчетани с по-ниски температури и съответно величини на изпарението. Подобно твърдение намира частична подкрепа от резултатите на Nikolova (2013) за метеорологичното засушаване в североизточните части на страната (при Русе, Разград, Шумен и Варна), където през 2001 г. процентният дял на валежите от нормата през всички сезони дефинира годината като средно суха. С други думи, изключителното метеороложко засушаване през 2000 година (доказано от Koleva et al., 2008, Александров, 2011; Рачев и др., 2016), което е с пряко влияние върху речния отток, се отразява в по-малка степен в гореизброените басейни, поради увеличаването на валежите в източните райони през последвалата 2001 г.

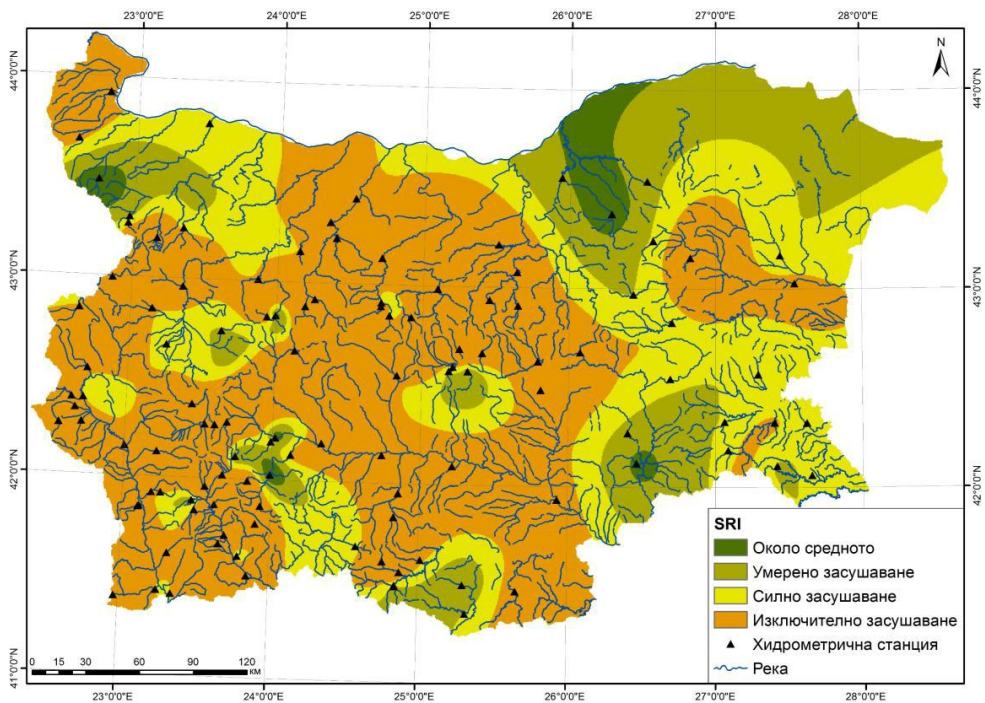
Подобно обяснение може да се търси и за речните водосбори с умерено засушаване ($Q_{50} \geq Qi \geq Q_{75}$) в Западна Стара планина (р. Бърза, р. Дългиделска Огоста, р. Малки Искър), за р. Черни Лом – с. Кардам и р. Ропотамо – с. Веселие.

Пространствена диференциация в степента на засушаване за изследвания период се наблюдава не само в различните области от територията на България, но и в границите на един речен басейн. Сведения за това дава разпределението на годишния отток за 2000/2001 г. в поречие Арда. Например, за р. Черна – с. Търън и р. Малка Арда – с. Баните годишният отток за 2000/2001 г. е с емпирична обезпеченост съответно 97,8 и 95,7% и класифицира засушаването в категорията „изключително“. За р. Черна 2000/2001 г. (с отток 2,06 m³/s) е втората най-суха година след 1992/1993 г. (2,04 m³/s), а за р. Малка Арда – с. Баните (с отток 0,72 m³/s) тя е третата най-суха година след 1989/1990 (с отток 0,66 m³/s) и 1992/1993 г. (с отток 0,69 m³/s). В останалите речни басейни от поречието годишният отток е по-голям от Q₉₅ и отнася засушаването в тях към категорията „силно засушаване“. Подобни териториални различия се регистрират и в поречие Лом, което е по-малко по площ, но с големи хипсометрични различия между горното и долното течение. За планинския речен басейн на р. Бърза – с. Горни Лом годишният отток за 2000/2001 г. – 0,57 m³/s, е с обезпеченост 71,6% и определя засушаването в него като умерено. Речните водосбори на р. Стакевска – с. Фалковец и на р. Лом – с. Василовци са със силно засушаване през 2000/2001 г., със стойности на годишния отток съответно 1,41 m³/s с обезпеченост 93,2% и 3,10 m³/s с обезпеченост 88,9%.

Хидрометричната информация за многогодишен период в поречия Арда и Лом дава възможност и за определяне на повторемостта на годишния отток за 2000/2001 г. За река Черна повторемостта е един път на 50 години, за р. Крумовица – Крумовград, р. Арда – с. Вехтино и р. Арда – Рудозем – веднъж на 20 години, за реките Бяла и Елховска – веднъж на 10 години, а за р. Върбица – веднъж на пет години. С подобна повторемост са р. Стакевска – с. Фалковец – един път на 20 години и р. Лом – с. Василовци – веднъж на 10 години. Стойностите на SRI потвърждават в голяма степен резултатите за географското разпределение на годишния отток, получени при първия подход, но детайлизират степента на засушаване чрез категорията „около средното“. С „изключително засушаване“ е 52,2 % от територията на страната. С най-ниски

стойности на стандартизирания индекс на оттока (между $-4,6$ и $-2,0$) или с най-голяма степен на засушаване са крайните северозападни части от територията на страната, средните части на Северна България включително Старопланинската област, средното течение на р. Камчия и всички речни басейни от поречията на реките Струма, Места и Марица, с изключение на планинските области от Рило-Родопския масив (фиг. 3, Приложение 1). Териториите с изключително засушаване, очертани по стойностите на SRI, като цяло съвпадат с тези, определени по праговия метод. Изключение правят речните басейни на р. Крумовица (Крумовград), р. Белица (с. Вългевци), р. Дряновска (с. Царева ливада) и р. Огоста (с. Кобиляк), в които годишният отток за 2000/2001 г. е над Q95 или водосборните им площи се отнасят към категорията „силно засушаване“ при първия подход.

Към категорията „силно засушаване“ по класификацията на SRI се отнасят 28,3% от територията на България, преобладаващо в Черноморската водосборна област. Тук се включват басейните на р. Провадийска (Провадия), р. Тича (Тича), р. Луда Камчия (Бероново), р. Средецка, р. Факийска (с. Факия) и др. По-малки по площ области на силно засушаване се наблюдават в Западна и Централна Стара планина (Ботуня, Черни Осъм и др.), Западни Родопи (р. Широколъшка, р. Яденица, р. Канина – с. Огняново).



Фиг. 3. Териториално разпределение на хидроложкото засушаване по SRI12 за 2000/2001 г.

Fig. 3. Spatial distribution of hydrological drought for 2000/2001 according to SRI12

Речните водосбори с тази степен на засушаване съставляват 20% от общо изследваните. SRI за тази категория варира в по-тесен диапазон – от $-1,63$ до $-1,28$.

Стойностите на SRI определят като умерено засушаване отделни речни басейни в Западна Стара планина (Дългиделска Огоста, Берковска, Елешница, Росица – с. Водолей), почти цялата Североизточна България, включително поречието на р. Бели Лом, горните течения на р. Велека и р. Факийска (с. Факия) от Черноморската водосборна област, високопланинската част на Витоша (р. Владайска) и Пирин (р. Черна Места – Софан, р. Бела приток на р. Изток), както и някои водосбори от Източнородопската област – на р. Калница (с. Крумово), р. Върбица (Джебел) и др. (фиг. 3). Стандартизираният индекс на отток в посочените места варира от $-1,28$ до $-0,84$. Общата площ на всички области с „умерено засушаване“ съставлява 16,8% от територията на България.

В категорията „около средното“ или със стойности на SRI $\geq -0,84$, се включват речните басейни на р. Бърза – с. Горни Лом, р. Малки Искър – Етрополе, р. Черни Лом – с. Кардам, р. Ропотамо – с. Веселие и р. Синаповска – с. Синапово (от поречие Тунджа) – 2,8% от територията на страната. Най-големи площи, характеризиращи се с такъв индекс на оттока, се наблюдават в басейна на р. Бели Лом, което вероятно е свързано с карстовото подхранване на реката.

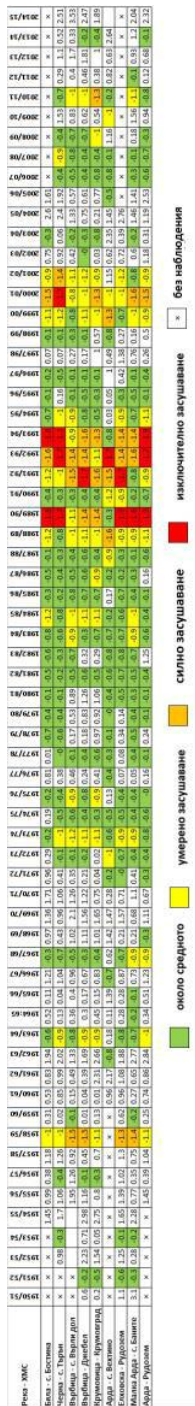
Стойностите на SRI определят хидроложкия цикъл през 2000/2001 г. като един от най-маловодните в страната и доказват по-късната проява на хидроложкото засушаване спрямо метеорологичното, но в по-малка степен отколкото след предшестващи продължителни сухи години. SRI е с по-големи стойности за 2000/2001 г. спрямо тези за 1992/1993 и 1993/1994 г., или годините с абсолютен минимум, резултат от започналото засушаване след 1980 г. В географското аспект степента на хидроложко засушаване намалява в посока от запад на изток. Подобна тенденция, макар и по-слабо изразена, се регистрира и с увеличаване на средната надморска височина на речните басейни.

Стойностите на SRI разкриват и проява на вътрешнорегионалните различия на степента на засушаване в границите на едно поречие, пример за което е речния басейн на р. Арда. За изследваната 2000/2001 г. най-ниска е стойността на индекса за басейна на р. Черна – с. Търън (под $-1,7$), което отговаря на най-високата степен на засушаване – „изключително засушаване“, а най-висока е стойността му за басейна на р. Елховска – Рудозем ($-0,73$), което пък отговаря на най-ниската степен на засушаване – „около средното“. За р. Върбица стойностите на SRI се колебаят между $-0,84$ и -1 – „умерено засушаване“, а за останалите басейни от поречието на Арда – между $-1,3$ и $-1,5$ – „силно засушаване“ (фиг. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Двата подхода за анализ на степента на хидроложко засушаване през 2000/2001 г. дават сходни резултати, но при по-голяма значимост на праговия метод за водностопански изследвания, а на стандартизираният индекс на оттока (SRI) – за пространствено-хидрологични анализи.

Изследването за степента на водност за 2000/2001 г. на територията на страната дава основание хидроложката година да бъде класифицирана като една от най-сухите



Фиг. 4. Вътрешно регионални вариации в стойностите на *SR1/2* по години в басейна на р. Арда.
 Fig. 4. Annual variations of the *SR1/2* in Arda Drainage Basins

за целия период на хидрометрични наблюдения в повечето речни басейни, най-вече в южните и в югозападните части и особено в антропогенно натоварените водосбори. През 2000/2001 г. от „изключително засушаване“ е обхваната 52% от територията на България, а от „силно засушаване – 28%. По-големи области на „умерено“ и „около средното“ засушаване се наблюдават в Източна България. В географски аспект се наблюдава намаляване на степента на хидроложко засушаване в посока от запад на изток и с увеличаване на средната надморска височина на речните басейни.

SUMMARY

Assessment of severity level of mean annual streamflow and their spatial distribution is an important task for scientific hydrology and geography, steps in the development of drought management plans.

The current study analyzes the annual streamflow for 2000/2001 (the driest hydrological year for the period 2000–2014). The work is based on mean annual streamflow for 160 drainage basins that cover the territory of Bulgaria. Assessment is completed on two approaches: in comparison with the thresholds levels – Q50 (50% probability – normal year), Q75 (75% probability – dry year) and Q95 (95% probability – severe dry year) and into three categories – moderately drought ($Q50 \geq Q_i \geq Q75$), severely drought ($Q75 \leq Q_i \leq Q95$) and extremely drought ($Q_i \leq Q95$); according to by Standardized Runoff Index (SRI12) and classified the annual streamflow into four categories.

Results attest wide areas in categories severely and extremely drought according to accepted thresholds and much drier than normal and severely drier than normal according to values of SRI. Annual runoff for most catchments areas (73%) is below Q95 and classifies 2000/2001 as an extreme drought for these watersheds. The result is confirmed by the values of Standardized Runoff Index. Moderately drought covers several drainage basins in Northeast, Eastwest and Southeast Bulgaria. The study finds different levels of drought severity in the several catchment areas also (the watersheds of Arda River and of Lom River).

Hydrological 2000/2001 year is not driest for all river basins, but it is one of the driest years in the country for the whole period of hydrometric observation. There are not any spatial regularities of distribution of hydrological drought. This study supplement hydrological picture for driest hydrological years in Bulgaria and it is important for preliminary drought risk assessment.

ЛИТЕРАТУРА

- Александров, В. 2011. Сушата в България. С., НИМХ, Булит инс, 2011.
Бюлетин за състоянието на водните ресурси на Република България. 2001.
<http://www.moew.government.bg/>.
Генерални схеми за използване на водите в районите за басейново управление. 1999–2000. ИВП – БАН, I–V.
Георгиева, Д., И. Илчева. 2014. Оценка на уязвимостта на водните ресурси и управление на хидроложкото засушаване при климатични сценарии. – *Год. на УАСГ*, XLVI, I-A, 67–78.
Лазаров, К., Л. Зяпков, Д. Златунова. 2004. Териториални характеристики на екстремните многоводни и маловодни години при годишните колебания на речните води в България. – *Год. СУ, ГГФ*, 2, 97, 45–59.
Мандаджиев, Д., Сн. Дакова. 1996. Влияние на засушаването от последното десетилетие върху речния отток в България. – *Bulgarian Journal of Meteorology&Hydrology*, 3–4, 103–111.

- Национална стратегия за развитие на водния сектор, 2012.
<http://www3.moew.government.bg/?show=top&cid=569>.
- НИМХ. <http://hydro.bg/bg/data/reki>.
- Рачев, Н., Д. Димитрова. 2016. Изменения на средните температури и валежи в България за периода 1995–2012 г. – *Год. СУ, Факултет по физика*, 109, 1–25.
- Хидрологичен справочник на реките в НРБ. 1982. С., ГУХМ–БАН, V, 277–406.
- Чиликова-Любомирова, М. 2013. Засушаване – предизвикателства и мерки в хидроложки аспект. – *Проблеми на географията*, 3–4, 69–82. / Chilikova-Lubomirova M. 2013. Drought – challenges and measures in 64 hydrological aspects. – *Problems of Geography*, 3–4, 69–82.
- Наредба за ползването на повърхностните води. В сила от 22.07.2011 г. ДВ. бр.56/22 юли 2011 г.
- Abril, A., J. Gras Trevino, 2012. Standardized Runoff Index (SRI). WFD, Common Implementation Strategy – Water Scarcity and Droughts Expert Group, 4-5 December 2012, Bratislava. <https://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/sequias/escasez/docsdescarga/2012-12-04-Presentaciones-CH-Segura.pdf>.
- Dakova, S., 2004. Low Flow and Drought Spatial Analysis. BALWOIS CONFERENCE, Ohrid, 25–29 May, 2004, <http://balwois.com/>.
- EEA, 2009. Water Resources across Europe-confronting water scarcity and drought. EEA Report No 2/2009. URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe>
- Gerassimov, S., E. Bojilova, T. Orehova, M. Guenev. 2001. Water Resources in Bulgaria during the drought period – quantitative investigations. 29th IAHR Congress. Theme A “Development, Planning and Management of Surface and Ground Water Resources”. Tsinghua University Press, Beijing, China, 70–77.
- Handbook of Drought Indicators and Indices, 2016. WMO/GWP, WMO-No. 1173. <http://www.droughtmanagement.info/>
- Hristov, T. R. Nikolova, S. Yancheva, N. Nikolova. 2004. Water resources management during the drought. – In: Drought in Bulgaria. A Contemporary Analog for Climate Change. Edited by C. Gregory Knight, Ivan Raev, and Marieta P. Staneva, USA, 241–276.
- Integrated Drought Management Programme (IDMP). <http://www.droughtmanagement.info/>
- Koleva, E., V. Alexandrov. 2008. Drought in the Bulgarian low regions during the 20th century. – *Theoretical and Applied Climatology*, 92, 113.
- Nikolova, N. 2013. The impact of the drought on the main crops cultivated in Northeastern Bulgaria. – *Forum geographic*, XII, 1, 16–24.
- Shukla, Sh., A. W. Wood. 2008. Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought. Geophysical research letters, 35, L02405, doi:10.1029/2007GL032487, 2008. http://www.hydro.washington.edu/forecast/monitor/info/Shukla_Wood_SRI_GRL08.pdf
- Water Scarcity and Drought in the European Union. <http://www.eea.europa.eu>
- WMO, 1996: Climatological normals (CLINO) for the period 1961–1990. MO/OMM 847, 768 pp. (Available from World Meteorological Organisation, 41, avenue Giuseppe-Motta, CP-2300- 1211 Geneva 2, Switzerland).

Постъпила март 2017 г.

Годишен отток за 2000/2001 и стойности на Q50, Q75, Q95 SRI за избрани речни басейни
Annual streamflow for 2000/2001 and Q50, Q75, Q95, SRI

Река – ХМС	Q2000/2001	\bar{Q}	Q75	Q95	SRI
Ерма – Трън	0,71	2,57	1,76	1,18	-1,04
Нишава – Калотина	0,62	2,00	1,71	1,24	-2,22
Войнишка река – с. Търняне	0,13	0,96	0,64	0,32	-1,85
Салашка – с. Вещица	0,19	0,69	0,42	0,22	-1,89
Бърза – с. Горни Лом	0,60	0,72	0,57	0,45	-0,60
Стакевска – с. Фалковец	2,19	3,70	2,98	1,38	-1,36
Цибрица – с. Игнатово	0,69	2,10	1,30	0,74	-1,71
Огоста – с. Кобиляк	9,04	19,8	11,4	6,50	-2,23
Дълг. Огоста – с. Дълги дел	0,93	1,46	1,00	0,76	-1,52
Дълг. Огоста – с. Говежда	1,49	2,13	1,42	0,97	-1,17
Берковска – с. Беговица	0,39	0,80	0,80	0,54	-1,08
Ботуня (Стара) – Вършец	0,29	0,51	0,37	0,27	-1,76
Скът – Мизия	0,80	2,28	0,99	0,38	-1,25
Искър – с. Бели Искър	3,87	6,97	6,67	5,19	-1,79
Искър – с. Ореховица	24,20	53,60	42,3	29,8	-1,90
Палакария – с. Рельово	0,42	1,93	1,16	0,73	-2,07
Владайска – кв. Княжево	0,24	0,60	0,38	0,23	-1,44
Блато – с. Петърч	0,36	1,00	0,66	0,43	-1,77
Елешница – с. Йорданкино	0,40	0,74	0,60	0,40	-1,25
Искрецка – Своге	1,60	3,38	2,61	1,91	-2,37
Малки Искър – Етрополе	0,43	1,28	0,87	0,63	-0,72
Бebreш – с. Своде	1,70	4,91	3,10	2,04	-1,70
Панега – с. Петревене	2,30	4,08	3,28	2,45	-1,67
Бели Вит – Тетевен	2,22	5,54	3,84	2,61	-2,28
Вит – с. Ясен (Търняне)	5,22	15,4	10,8	6,92	-1,76
Черни Вит – с. Черни Вит	1,20	3,41	2,52	1,77	-2,92
Черни Осъм – Ч. Осъм	1,78	3,59	3,12	2,34	-1,58
Осъм – Ловеч	4,49	9,35	8,17	5,70	-1,84
Янтра – В. Търново	3,18	12,3	8,01	3,93	-2,14
Дряновска – Царева Ливада	0,80	2,21	1,36	0,68	-1,81
Росица – с. Водолей	2,37	13,4	9,98	6,43	-1,35
Видима – Севлиево	1,49	5,31	3,91	2,40	-2,18
Бели Лом – Разград	0,34	0,86	0,41	0,15	-1,10
Черни Лом – с. Кардам	0,89	1,52	0,67	0,25	-0,68
Провадийска – Провадия	0,18	1,05	0,45	0,18	-1,36
Тича – с. Тича	0,50	1,14	0,75	0,44	-1,28
Камчия – с. Гроздьово	2,06	24,6	8,84	5,17	-1,75
Луда Камчия – с. Бероново	1,26	5,18	3,47	1,96	-1,54
Айтоска – с. Камено	0,19	0,47	0,38	0,18	-1,31
Средецка – с. Проход	0,22	1,56	1,03	0,41	-1,32

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (продължение)
APPENDIX 1 (continued)

Факийска – с. Факия	0,16	0,56	0,33	0,15	-1,50
Факийска – с. Зидарево	0,74	3,82	2,23	0,85	-1,67
Ропотамо – с. Веселие	0,81	1,13	0,66	0,27	-0,53
Велека – с. Звездец	0,86	3,21	2,18	1,06	-1,26
Велека – с. Граматиково	3,65	7,69	5,41	2,71	-1,36
Марица – с. Радуил	0,07	2,13	1,97	1,52	-2,20
Марица – Пловдив	23,30	54,40	45,0	28,8	-1,86
Софан – с. Цветино	0,14	0,60	0,47	0,31	-2,57
Яденица – с. Голямо Белово	0,21	0,97	0,92	0,64	-1,46
Чепинска – Велинград	0,52	2,97	3,01	2,08	-2,03
Тополница – м. Медет	0,50	2,85	2,60	1,80	-2,11
Широколъшка – с. Широка лъка	0,41	0,81	0,75	0,52	-1,48
Юговска – с. Лъки	1,36	3,08	2,39	1,60	-2,11
Чепеларска – с. Бачково	3,96	9,07	7,97	5,09	-2,14
Стряма – Баня	2,61	6,62	6,10	3,67	-1,92
Върбица – с. Върли дол	4,55	8,93	5,47	2,19	-1,30
Крумовица – Крумовград	2,93	7,32	5,19	2,38	-1,89
Тунджа – Павел баня	1,33	3,26	2,90	2,15	-1,77
Радова – Николаево	0,71	2,62	1,76	1,06	-1,96
Синаповска – с. Синапово	0,52	1,05	0,64	0,32	-0,78
Калница – с. Крумово	0,36	0,93	0,42	0,19	-1,12
Места – Якоруда	1,00	4,12	3,63	2,70	-2,20
Места – Хаджидимово	9,75	29,8	26,6	19,8	-2,25
Черна Места (Софан) – Софан	0,43	0,72	0,60	0,45	-1,01
Бела – Разлог	0,16	0,27	0,22	0,17	-1,22
Демяница – Банско	0,99	1,55	1,22	1,01	-1,70
Канина – с. Огняново	0,23	2,37	2,23	1,51	-1,51
Струма – с. Раждавица	2,36	9,63	6,95	4,16	-1,70
Струма – Бобошево	9,15	26,4	20,7	13,7	-2,25
Струма – Крупник	14,60	45,70	38,1	26,0	-2,58
Струма – с. Марино поле	22,90	76,20	60,3	40,3	-1,66
Треклянска – Враня стена	0,75	2,81	1,75	0,82	-1,93
Драговищица – с. Горановци	1,449	6,57	5,68	3,56	3,16
Совол. Бистрица – с. Соголяно	0,58	2,15	1,70	1,07	-2,21
Новоселска – с. Слокощица	0,11	0,77	0,67	0,43	-2,51
Елешница – с. Ваксево	0,69	3,32	2,50	1,56	-2,33
Рилска – с. Пастра	2,87	6,49	5,18	3,95	-2,52
Градевска – с. Марево	0,24	0,82	0,70	0,56	-1,77
Градевска – с. Градево	0,53	1,55	1,49	1,14	-1,83
Сушицка – с. Полена	0,17	0,71	0,51	0,32	-2,89
Влахинска – с. Влахи	0,49	1,36	1,30	1,05	-1,75
Санд. Бистрица – с. Лиляново	0,36	2,96	2,65	2,20	-1,77
Струмешница – с. Митино	2,51	8,99	6,95	3,74	-1,63