

EXTREME STREAMFLOW IN THE CATCHMENTS OF THE STRANDZHA MOUNTAIN

Abstract: This study is based on the daily water quantities in five gauging stations for the period 2000–2005, in which are includes the driest year (2001) and the wettest year (2005). The extreme streamflow is identification with certain threshold values – 5th percentile for extremely high flow and 95th percentile for extremely low flow. The study area is the South part of Black Sea hydro-geographical region and includes three catchment areas – the basins of the Fakiyska, Ropotamo and Veleka River. The obtained results establishes maximal cases with extremely high flow in 2004/2005 hydrological year, for all river basins, concentrated in the winter hydrological season (mainly during the months of January and February), with average duration to seven days. Extremely low flow is registered primarily in 2000/2001 year; with maximal concentrated in the summer-autumn hydrological season (the months of August and September) and average duration to fourteen days. The results do not distinguish, in spatial-temporal aspect, the events with extreme streamflow, in the separate catchment areas.

Author information:

Kalin Seymenov

student

Universitet of Sofia “Sv. Kliment Ohridski“

✉ kalin.seimenov@abv.bg

🌐 Bulgaria

Keywords:

Extremely high flow, extremely low flow, threshold level method, river basins, Strandzha Mountain

Увод

Екстремният речен отток е актуална изследователска задача за теоретичната и приложната хидрология, в отговор на навлизането на нови методични процедури, насочени към проучване на екстремни по водност събития и утвърждаването на мониторингова система за оценка на риска от опасни хидроложки явления. Основание за неговото изследване, в речните басейни на Странджа, поражда слабата хидрологична изученост на територията. В досегашните публикации, се разкриват генезиса, месечното, сезонното и годишното разпределение на оттока, в текущите речни басейни, но изследванията не са провеждани целенасочено за територията, информацията от тях постъпва като част от по-обхватни проучвания: за реките със средиземноморски тип оточен режим [11, 14], за речните системи от Черноморското крайбрежие [7], за водните ресурси в планинските райони [6], за цялата страна [5, 9, 10, 16, 18]. Изключение представляват изследванията, които детайлизират хидрографската структура [17], въздействието на климатичните промени над речните системи [22] и хидроложките особености на водосборните басейни в Странджа [3, 4, 12], чрез прилагането на традиционни принципи в хидрологията – генетичен метод, честотен анализ и др. Навлизането на нови подходи за идентифициране на екстремни хидроложки събития, разширява възможностите за реализиране на съвременни научни изследвания. Един от тези подходи, е праговият метод (TLM – *Threshold level method*), с препоръчаните от *The Nature Conservancy* индикатори в ИНА – *Indicators for hydrological alteration*. До момента TLM, е прилаган за екстремно нисък [19, 20] и за екстремно висок отток [1, 8, 13, 21].

Целта на изследването, е пространствен и времеви анализ на екстремния речен отток, във водосборните басейни на Странджа, през години с различна водност. За реализиране на поставената цел, се прилагат праговите стойности, предложени в ИНА.

Обект на изследване

Изследването обхваща водосборните басейни на реките Факийска, Ропотамо и Велека, които са развити на територията на Странджа, с разположените в тях хидрометрични станции (табл. 1).

Т а б л и ц а 1 Информация за хидрометричните станции

Речните басейни са средни и средно големи по площ на водосборната област, преобладаващи са средните [15], с малки наклони и висока гъстота на хидрографската мрежа

№ на ХМС	Река – ХМС	Н _{ср.} (m)	Площ на водосбора (km ²)	Разстояние от извора (km)	Разстояние от устието (km)	Гъстота на речна мрежа (km/km ²)	Среден наклон на река (‰)
82780	Факийска – с. Факия	327	100,5	15,5	71,8	1,54	–
82850	Факийска – с. Зидарево	276	628,6	71,5	15,8	1,05	5,6
83620	Ропотамо – с. Веселие	284	190,0	27,4	21,1	1,18	–
83700	Велека – с. Звездец	460	331,1	45,2	101,8	1,75	9,1
83800	Велека – с. Граматиково	362	770,0	88,9	58,1	1,32	5,9

Източник: [26]

[26], която нараства от север на юг [12]. Поречията имат средиземноморски тип отточен режим [16], зимно пълноводие, при което се реализира от 48,4% до 64,0% от обема на годишния отток, лятно-есенно маловодие, с воден обем от 4,3% до 9,1% от годишния, в отделните речни басейни [4, 12]. Отточният режим е със значителна вариабилност в границите на хидроложката година [3, 11, 14], с тренд към ускорено изостряне¹ и висока поройност при настъпването на максималния отток [5]. Речните басейни са развити в райони с ниска гъстота на населението и са слабо стопански усвоени – в обхвата им не са изградени водохващания и хидроенергийни мощности [2], не се установяват корекции на речните легла, изменения в хидроморфологичното състояние и настъпили миграции на ихтиофауната².

Изходна информация и методи на изследване

Анализът на екстремния речен отток се осъществява на базата на ежедневни данни за водни количества за периода 2000–2005 г., в който се включват години с различна водност, включително две години с пределна водообезпеченост: маловодната 2001 г. и многоводната 2005 г. [21] Данни за валежите, през наблюдателния срок, са получени от метеорологичния сайт StringMeteo, за станция Елхово [24]. Екстремният речен отток е изолиран с приемане на постоянни прагови стойности – 5th квантил за много високи и 95th квантил за много ниски води – референтни стойности, предложени за анализ на гранични хидроложки състояния в *Indicators of hydrologic alteration*. Изчисленията са осъществени по календарни години в софтуерната платформа *HydroOffice* (програма *TLM*) и са обработени със стандартни статистически процедури в Microsoft Excel. Получените резултати са разпределени по хидроложки сезони и години.

Резултати

1 В изучаваните речни басейни се прогнозира увеличение на зимния отток с до 42,33% (през периода 2021–2050 г.) и намаление на летния отток с 32,87% (през периода 2071–2100 г.) Съгласно сценарий RCP 8.5, се допуска до 19% ръст в честотата на високите води и до 10% нарастване на ниските води с повтаряемост 1000 г., както и значим риск от засушаване в долните течения на р. Велека и Ропотамо, през периода 2070–2100 г. [25]

2 В проучваните басейни, част от проектни единици южно от гр. Бургас, не се отчитат съществени изменения. Оценката на риска от натиск върху повърхностните водни тела, вкл. потенциални промишлени замърсявания и водовземания, не установява очаквани промени. Речните басейни са извън категориите с различна степен на антропогенна заплаха. Анализът на повърхностните водни тела се извършва в условия на ненарушен отток. [25]

Екстремно високи води. Много висок отток, изолиран над определения праг, се регистрира в отделни речни басейни, през всички години от наблюдателния период. Изключение е маловодната 2000/2001 г., когато екстремно високи отточни състояния, не се отчитат в басейна на р. Факийска – с. Факия. Случаите с изключително високи води, отбелязват съсредоточаване през многоводната 2004/2005 г., при всички речни басейни и хидрометрични станции (табл. 2). Географският анализ установява намаление в броя на случаите с екстремно висок отток, в посока от горните към долните течения на р. Факийска и Велека, настъпващо в противоположна корелативна зависимост, спрямо стойностите на праговите водни количества, фиксирани чрез прилагане на приетия 5^{ти} квантил.

Т а б л и ц а 2 Брой случаи на екстремно висок отток по хидроложки години

Река	ХМС	Q ₅ m ³ /s	Общ брой	Години					
				1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05
Факийска	Факия	1,29	36	5	–	4	8	5	14
Факийска	Зидарево	5,31	25	3	1	4	5	3	9
Ропотамо	Веселие	5,00	26	4	2	5	6	1	8
Велека	Звездец	4,18	28	4	1	3	6	5	9
Велека	Граматиново	10,37	20	2	1	2	5	3	7

Броят на дните с екстремно висок отток, се изменя в широки граници, през отделните месеци и хидроложки сезони, в периода на наблюдение (прил. 1).

В месечното разпределение, се установява съсредоточаване на дните с пределно високи речни води, през м. януари и февруари, с повишен брой и през съседните м. декември и март, което е в потвърждение на резултатите от проведените до момента изследвания [3, 4, 7, 9, 11, 12, 16, 18]. Изключение представлява многоводната 2004/2005 г., когато изключително високи речни води, се регистрират през всички дни на м. март, в басейна на р. Велека, и през по-голямата част от дните на месеца, в останалите водосбори. Повишен брой дни с екстремно висок отток, за същата година, се отбелязва и през м. април, юли, август, септември (прил. 1). Нетипичното годишно разпределение, е настъпило в резултат на значителни валежи³.

Зимният хидроложки сезон, е период на многоводни състояния, за средиземноморския тип отточен режим и концентрира значителна част от случаите с много висок отток, през изследвания период, в проучваните басейни. Повишена водност отчитат и първите два месеца на пролетния хидроложки сезон, през които се отбелязва постепенен спад на отточните събития над фиксирания праг. Лятно-есенните екстремно високи води, отчетени през 2004/2005 г., следва да се разглеждат като явление с изключителна рядкост за отточния тип режим на изследваните реки. Тяхната поява настъпва в отговор на метеорологични събития с голяма случайност и малка вероятност.

В речните басейни на Странджа преобладават състоянията на екстремно високи води с времетраене до седем дни (табл. 3). Проливните и интензивните валежи, основната причина за повишение на водните количества при средиземноморския отточен режим, обикновено имат малка продължителност и пороен характер, което определя краткотрайността на екстремните хидроложки събития над фиксирания праг.

Т а б л и ц а 3 Продължителност и честота (%) на екстремно висок отток

Река	ХМС	Средна прод. (дни)	Макс. прод. (дни)	Честота (%) с определено времетраене (дни)										
				1 – 7	8 – 14	15 – 21	22 – 28	29 – 35	36 – 42	43 – 49	50 – 56	57 – 63	64 – 70	
Факийска	Факия	4	13	89	11	–	–	–	–	–	–	–	–	–

³ През 2005 г. в ст. Елхово се регистрират 869,4 mm годишна сума на валежите, което превишава със 127% валежната норма за периода 1961–1990 г. Максимални са валежните количества през м. март (192,5 mm), юли (187,3 mm), септември (132,8 mm) и август (99,9 mm). [24]

Факийска	Зидарево	5	27	80	16	–	4	–	–	–	–	–
Ропотамо	Веселие	4	25	92	–	–	8	–	–	–	–	–
Велека	Звездец	7	55	85	7	4	–	–	–	–	4	–
Велека	Граматиново	21	64	60	5	5	10	–	5	5	5	–

Най-продължителните периоди с екстремно висок отток, се изолират през 2004/2005 г., при всички речни басейни. С максимално времетраене, над два месеца, е състоянието на много високи води, в басейна на р. Велека – с. Граматиново: 64 дни (12 февруари–17 април 2005 г.), следвано от р. Велека – с. Звездец: 55 дни (от 13 февруари до 9 април). Събитието е настъпило в резултат на снеготопене и значителни валежи. Отточният генезис се удостоверява от температурата на въздуха в ст. Елхово, която от 12 до 13 февруари 2005 г. нараства с 8,1°C (от – 4,2°C до 3,9°C), в следващото денонощие се увеличава с още 6,9°C и на 14 февруари достига 10,8°C, което стопява акумулираната в периода от 2 до 12 февруари снежна покривка, с максимална височина до 22 см. Обстановката е последвана от високи валежни количества през м. март – 192,5 mm (22,1% от годишната валежна сума) [24]. В останалите басейни, максималното времетраене е под един месец, най-краткотрайно е при р. Факийска – с. Факия: 13 дни (23 февруари – 7 март), р. Ропотамо – с. Веселие: 25 дни (от 25 февруари до 21 март), р. Факийска – с. Зидарево: 27 дни (19 февруари – 17 март). Пространственият анализ откроява басейна на р. Велека, в който максимално продължилото състояние с пределно високи води, достига над девет седмици, в резултат на смесен отточен генезис.

Екстремно ниски води. Много нисък отток, идентифициран чрез 95^{ти} квантил, се изолира през всички години от изследвания период, с изключение на многоводната 2004/2005 г., за всички речни басейни, и 2003/2004 г., за басейните на р. Ропотамо – с. Веселие и р. Велека – с. Звездец (табл. 4). Екстремно ниските речни води отбелязват концентрация през маловодната 2000/2001 г., когато се съсредоточават до 46% от всички случаи, през проучвания период. В географски план, не се откриват съществени различия в броя на събитията с нисък отток, под определения праг, между отделните речни басейни.

Т а б л и ц а 4 Брой случаи с екстремно нисък отток по хидроложки години

Река	ХМС	Q ₉₅ m ³ /s	Общ брой	Години					
				1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05
Факийска	Факия	0,025	16	4	5	3	3	1	–
Факийска	Зидарево	0,081	15	3	6	2	2	2	–
Ропотамо	Веселие	0,053	12	2	5	2	3	–	–
Велека	Звездец	0,113	11	1	5	2	3	–	–
Велека	Граматиново	0,230	15	4	5	2	3	1	–

Броят на дните с екстремно нисък отток, се изменя в отделните месеци и хидроложки сезони, през периода на наблюдение (прил. 2).

Месечното разпределение на броя дни с много нисък отток, в речните басейни на Странджа, отбелязва изразена максимална концентрация през м. август и септември, с повишен брой на дните и през съседните месеци – юли и октомври (прил. 2). Резултатите са в потвърждение на досегашните проучвания [3, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 18]. Получените изчислителни резултати, в текущото изследване, установяват начални дати в настъпването на екстремно ниските води, в по-голяма част от речните басейни, в края на м. юни (през 2000/2001 г. и 2002/2003 г.) и крайни дати на екстремното събитие – в първото десетдневие на м. ноември (през 2001/2002 г.). В географски аспект, не се открояват различия в месечното разпределение на много ниските речни нива, между отделните басейни.

Екстремно ниският речен отток в Странджа, се изолира почти изцяло в границите на лятно-есенния хидроложки сезон. Това е период на маловодие, в сухи години – на пресъхване, който се отчита при всички речни системи със средиземноморски тип отточен режим. В маловодни години, понижената водност, в изучаваните речни басейни, започва в края на

пролетния и завършва в началото на зимния хидроложки сезон – пределни периоди, лимитиращи времевата проява на екстремно ниските речни нива, под фиксирания праг.

Във водосборните басейни на Странджа, преобладават състоянията на екстремно ниски води с времетраене до две седмици (табл. 5). Изключително ниският речен отток, настъпва вследствие на дълготрайни засушавания, особено характерни за маловодната 2000/2001 г.

Т а б л и ц а 5 Продължителност и честота (%) на екстремно нисък отток

Река	ХМС	Ср. прод. (дни)	Макс. прод. (дни)	Честота (%) с определено времетраене (дни)													
				1 – 7	8 – 14	15 – 21	22 – 28	29 – 35	36 – 42	43 – 49	50 – 56	57 – 63	64 – 70	71 – 77	78 – 84	85 – 91	
Факийска	Факия	14	87	38	19	–	25	12	–	–	–	–	–	–	–	–	6
Факийска	Зидарево	12	90	46	23	15	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8
Ропотамо	Веселие	8	56	58	17	8	8	–	–	–	8	–	–	–	–	–	–
Велека	Звездец	10	67	60	8	8	–	–	–	8	8	–	8	–	–	–	–
Велека	Граматиново	13	81	46	7	20	–	7	–	–	–	–	–	13	–	7	–

Най-продължителните периоди с екстремно нисък отток, се изолират през 2000/2001 г., при всички речни басейни, с изключение на р. Ропотамо – с. Веселие, където събитието се реализира през 2002/2003 г. Максимално продължили, са екстремно ниските води, в басейна на р. Факийска – с. Зидарево (90 дни: от 28 юни до 25 септември 2001 г.) и с. Факия (87 дни: с начало 30 юни и край 24 септември). В останалите речни басейни, много ниски речни нива, се отбелязват максимално: 81 дни, при р. Велека – с. Граматиново (13 юли – 1 октомври), 67 дни, за р. Велека – с. Звездец (19 юли – 23 септември) и 56 дни, в басейна на р. Ропотамо – с. Веселие (от 28 юни до 22 август 2003 г.). Пространственият анализ откроява басейните на р. Велека – с. Звездец и р. Ропотамо – с. Веселие, които реализират събития с по-краткотрайна продължителност, поради установено карстово речно подхранване⁴.

Заклучение

Резултатите от изследването върху екстремен речен отток в Странджа, дават основание за следните изводи:

- Екстремно висок отток, през изследвания период, се изолира преобладаващо в многоводни и средноводни години, с максимален брой случаи през 2004/2005 г., основно в границите на зимния хидроложки сезон, в отговор на максимални по количество валежи, в редки случаи – на снеготопене. Продължителността се изменя между отделните речни басейни, като преобладават състоянията до една седмица.
- Екстремно нисък отток, в обсега на наблюдателния срок, се установява през маловодни и средноводни години, при най-честа проява през 2000/2001 г., с концентрация през лятно-есенния хидроложки сезон, в отговор на минимални валежи, повишено изпарение и изтощение на подземните водни колектори. Продължителността се изменя в отделните водосбори, като преобладават състоянията до две седмици.
- Географският анализ не открива съществени различия в пространственото разпределение и времевата проява на екстремния речен отток между отделните

⁴ Река Велека извира от карстови извори на турска територия. В средното си течение, между с. Звездец, Стоилово и Бръшлян, се подхранва от Стоиловски карстов басейн, дрениран в малмски мрамори и варовици, с максимален дебит до 1038 l/s и по-големи извори: Докузак (257 l/s), Катун (123 l/s), Големи врис (10-40 l/s), Махленски врис (11-36 l/s), Църногорово (10 l/s) и др. Река Ропотамо извира от карстови извори под вр. Босна и в горното си течение проломява дълбоко врязаните окарствени долини на Сламнишки, Варановски и Гергьовски дол. [23]

водосборни басейни, което допуска относително хомогенни физикогеографски условия в поречието им. При част от басейните, се наблюдават слабо изразени разлики в продължителността на много високите и ниските води, поради установени особености в структурата на речното подхранване.

Получените резултати допълват досегашните проучвания на речния отток в Странджа, като поставят акцент върху граничните му състояния, изолирани с приемането на фиксирани прагове, приложени върху статистически масиви с ежедневни данни за водните количества, за определен наблюдателен период. Разширяване на проучването е възможно, с прилагане на месечни и сезонни прагови стойности.

Приложения

Приложение 1 Брой дни с екстремно висок отток по месеци и хидроложки сезони

Река – ХМС	Зимен				Пролетен				Лятно-есенен				Σ _{год}
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1999/2000													
Факийска – Факия	xxx	xxx	1	5	4	2	–	–	–	–	–	–	12
Факийска – Зидарево	xxx	xxx	5	6	–	9	–	–	–	–	–	–	20
Ропотамо – Веселие	xxx	xxx	–	8	11	2	–	–	–	–	–	–	21
Велека – Звездец	xxx	xxx	–	7	–	–	–	–	–	–	–	–	7
Велека – Граматиково	xxx	xxx	2	7	–	–	–	–	–	–	–	–	9
2000/2001													
Факийска – Факия	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Факийска – Зидарево	–	–	3	6	–	–	–	–	–	–	–	–	9
Ропотамо – Веселие	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	2
Велека – Звездец	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Велека – Граматиково	–	–	–	7	–	–	–	–	–	–	–	–	7
2001/2002													
Факийска – Факия	–	–	10	–	5	–	–	–	–	–	–	1	16
Факийска – Зидарево	–	–	12	4	10	5	–	–	–	–	–	–	31
Ропотамо – Веселие	–	1	13	–	7	–	–	–	–	–	–	5	26
Велека – Звездец	–	–	8	6	–	–	–	–	–	–	–	–	14
Велека – Граматиково	–	3	11	11	–	–	–	–	–	–	–	–	25
2002/2003													
Факийска – Факия	1	1	20	9	–	–	–	–	–	–	–	–	31
Факийска – Зидарево	2	4	10	13	5	1	–	–	–	–	–	–	35
Ропотамо – Веселие	2	2	8	7	–	7	–	–	–	–	–	–	26
Велека – Звездец	–	–	11	8	3	8	–	–	–	–	–	–	30
Велека – Граматиково	–	2	14	16	11	9	2	–	–	–	–	–	54
2003/2004													
Факийска – Факия	–	4	3	6	–	2	–	–	–	–	–	–	15
Факийска – Зидарево	2	–	3	4	2	–	–	–	–	–	–	–	11
Ропотамо – Веселие	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Велека – Звездец	–	1	7	11	–	–	–	–	–	–	–	–	19
Велека – Граматиково	–	5	14	19	6	–	–	–	–	–	–	–	44
2004/2005													
Факийска – Факия	–	7	8	19	18	10	–	–	–	6	4	3	75
Факийска – Зидарево	–	–	10	14	18	9	–	–	5	7	2	2	67
Ропотамо – Веселие	–	–	6	12	21	3	–	–	4	6	3	–	55
Велека – Звездец	–	–	4	16	31	9	–	–	5	4	4	–	73
Велека – Граматиково	–	3	6	22	31	17	6	–	6	9	8	–	108

Приложение 2 Брой дни с екстремно нисък отток по месеци и хидроложки сезони

Река – ХМС	Зимен				Пролетен				Лятно-есенен				Σ _{год}
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1999/2000													
Факийска – Факия	xxx	xxx	–	–	–	–	–	4	11	16	6	3	40
Факийска – Зидарево	xxx	xxx	–	–	–	–	–	–	8	14	7	4	33
Ропотамо – Веселие	xxx	xxx	–	–	–	–	–	–	5	11	8	–	24

Велека – Звездец	xxx	xxx	–	–	–	–	–	–	6	21	9	5	41	
Велека – Граматиково	xxx	xxx	–	–	–	–	–	–	–	28	14	10	52	
2000/2001														
Факийска – Факия	–	–	–	–	–	–	–	–	8	31	31	29	8	107
Факийска – Зидарево	–	–	–	–	–	–	–	–	6	31	31	27	15	110
Ропотамо – Веселие	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14	27	24	18	83
Велека – Звездец	2	–	–	–	–	–	–	–	5	18	31	25	8	89
Велека – Граматиково	4	–	–	–	–	–	–	–	3	20	31	30	14	102
2001/2002														
Факийска – Факия	7	–	–	–	–	–	–	–	–	12	23	14	–	56
Факийска – Зидарево	6	–	–	–	–	–	–	–	–	8	31	12	–	57
Ропотамо – Веселие	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	22	13	–	45
Велека – Звездец	9	–	–	–	–	–	–	–	–	6	22	10	–	47
Велека – Граматиково	6	–	–	–	–	–	–	–	–	13	21	10	–	50
2002/2003														
Факийска – Факия	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12	27	18	4	61
Факийска – Зидарево	–	–	–	–	–	–	–	–	8	19	21	17	10	75
Ропотамо – Веселие	–	–	–	–	–	–	–	–	3	31	22	13	8	77
Велека – Звездец	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14	23	12	11	60
Велека – Граматиково	–	–	–	–	–	–	–	–	1	12	27	23	12	75
2003/2004														
Факийска – Факия	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	5
Факийска – Зидарево	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9	3	–	12
Ропотамо – Веселие	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Велека – Звездец	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Велека – Граматиково	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7	4	–	11
2004/2005														
Факийска – Факия	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Факийска – Зидарево	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ропотамо – Веселие	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Велека – Звездец	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Велека – Граматиково	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Забележка: „xxx“ – липса на изходна информация за ежедневни водни количества

References:

- Borisova, D., Zv. Aydarova, St. Stefanov, N. Hristova.** 2015. Ekstremni stoinosti na ottoka v rechniya baseyn na r. Maritsa do gr. Pazardzhik. – Problemi na geografiyata, 1–2, 185–197.
- Zaharieva, V.** 2005. Vliyanie na razvitiето na Yuzhното Chernomorie varhu bioraznoobrazieto na rekite v rayona na Strandzha. – Balgaro-avstriyski seminar „Hidrostroitelstvo i okolna sreda“, 2, 2005.
- Zyapkov, L.** 1962 (a). Opit za izyasnyavane na razpredelenieto na sredniya ottok na reka Veleka prez godinata. – Izv. GI BAN, 6, 111–129.
- Zyapkov, L.** 1962 (b). Rekite na Strandzha planina. – Istoriya i geografiya, 5, 13–19.
- Zyapkov, L.** 1988. Stepen na poroynost na rekite v Balgariya. – Problemi na geografiyata, 3, 35–42.
- Zyapkov, L., B. Vekilska, D. Mandadzhiev, Sn. Dakova, M. Yordanova.** 1989. Vodni resursi na planinite v Balgariya – Prirodniyat i ikonomicheski potentsial na planinite v Balgariya, BAN, 1, 175–241.
- Yordanova, M., M. Kalinova.** 1978. Vatreshnogodishno razpredelenie na ottoka pri rekite ot Balgarskoto Chernomorsko kraybrezhie. – Problemi na geografiyata, 4, 33–41.
- Lukarska, S.** 2015. Harakteristika na ekstremnite vodi v porechieto Arda. – Problemi na geografiyata, 1–2, 198–206.
- Panayotov, T.** 1967. Izmenenie na chestotata na maksimalnite godishni vodni kolichestva za rekite v Balgariya. – Izv. IHM, III, 33–63.
- Panayotov, T.** 1972. Izmenchivost na vatreshnogodishното razpredelenie na ottoka, hidrolozhki fazi i hidrolozhki sezoni. – Izv. IHM, HH, 59–83.
- Penchev, P.** 1966. Nyakoi osobenosti na genezisa i rezhima na ottoka v oblastta sas sredizemnomorsko klimatichno vliyanie v Balgariya. – Izv. BGD, VI, 63–82.
- Rivas, B.** 2014. Regionalen chestoten analiz na maksimalniya ottok v porechiyata na Yuzhното Chernomorie. – Avtoreferat na disertatsiya.
- Seymenov, K.** 2017. Ekstremno visok ottok vav visokoplaninskite rechni baseyni na Rila. – Sb. dokladi ot nauchna konferentsiya „Savremenni aspekti v razvitiето na geografiyata v Balgariya“. Blagoevgrad, 29.–30.09.17 (pod pechat).

14. **Stoychev, K.** 1973. Vtreshnogodishna neravnomernost v razpredelenieto na ottoka v oblastta sas sredizemnomorsko klimatichno vliyanie v Balgariya. – Izv. BGD, XIII, 107–121.
15. **Hristova, N.** 2003. Klasifikatsiya na rekite v Balgariya po dalzhina i vodosborna plosht. – God. SU, GGF, 2, 167–196.
16. **Hristova, N.** 2004. Tipizatsiya na ottochniya rezhim v Balgariya. – God. SU, GGF, 96, 129–153.
17. **Hristova, N.** 2010. Strandzha varhu hidrografskata karta na Balgariya. – Sb. dokladi ot nauchna konferentsiya „Geografiya i regionalno razvitiie“, Sozopol, Fondatsiya „LOPS“.
18. **Hristova, N.** 2012. Rechni vodi na Balgariya. S. „Tip Top Pres“, 180–184, 187–191, 449–452, 465–466, 470.
19. **Hristova, N., Ts. Tsenova.** 2011. Extreme low flow in Nishava river basin. – *International conference Global changes*, 15-16 April 2011, Sofia.
20. **Hristova, N.** 2014. Extreme low flow of two Danube tributaries. – *B: Annals of the University of Craiova – Series Geography*, XIII, 1, 34–38.
21. **Hristova, N., E. Ivanova, K. Seymenov.** 2017. Geographical aspects of floods in Northwest Bulgaria. – *Twelfth International Conference “Knowledge without borders” – Serbia, Knowledge journal Vol. 16.2.*, 907–915.
22. **Rivas, B., I. Lizama.** 2005. Influence of climate variability on water resources in the Bulgarian South Black Sea basin. – *Regional hydrological impacts of climatic change, International association of hydrological science*, 81–88.
23. **xxx** Karstat v Priroden park „Strandzha“: **StrandjaKarst**: www.strandjakarst.com/
24. **xxx** Mesechni obobshteniya na valezhite (tablitsa): **StringMeteo**: www.stringmeteo.com/
25. **xxx** Plan za upravlenie na rechnite baseyni v Chernomorski rayon (2016–2021): **BDCHR**: www.bsbd.org/
26. **xxx** Hidrologichen spravochnik na rekite v NR Balgariya tom II, 1981 – GUHM, BAN, 55.