

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 109

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

Book 2 – GEOGRAPHY

Volume 109

ВАЛЕЖНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЕКСТРЕМНИ ВАЛЕЖИ ПО БЪЛГАРСКОТО КРАЙБРЕЖИЕ НА РЕКА ДУНАВ

ЗВЕЗДЕЛИНА АЙДАРОВА, ГЕОРГИ СТОЯНОВ, РАДОСЛАВ СПАСОВ,
АЛЕКСАНДРА ВАСИЛЕВА, НИНА НИКОЛОВА

Катедра Климатология, хидрология и геоморфология

Zvezdelina Aydarova, Georgi Stoyanov, Radoslav Spasov, Aleksandra Vasileva, Nina Nikolova. PRECIPITATION CHARACTERISTICS AND EXTREME PRECIPITATION AT THE BULGARIAN COAST OF THE DANUBE RIVER

The aim of the present study is to analyze the spatial and temporal characteristics of precipitation and the occurrence of extreme precipitation on the Bulgarian coast of the Danube. Annual cycle of precipitation is investigated on the base of monthly data for the periods 1983–1992, 1993–2002 and 2003–2012. The main maximum is during May or June, but some shifting of one month is determined for the different periods. On the bases of daily precipitation data the following indices are calculated: number of days with precipitation $\geq 0,1$ mm, number of days with precipitation ≥ 1 mm (wet days), number of days with precipitation ≥ 20 mm (very heavy precipitation days), number of days with precipitation ≥ 95 -th percentile of daily amount (very wet days) and precipitation fraction due to very wet days.

Key words: precipitation, annual cycle, extreme indices, Bulgarian coast of the Danube.

УВОД

Валежите са един от основните елементи на климата, който определя обезпечеността с вода на дадена територия и влияе върху редица аспекти на антропогенната дейност. Поради това нараства интереса към изследвания на количеството, режима, честотата, интензивността и териториално разпределение на валежите. Анализът на валежите през XX и началото на XIX в., както и климатичните модели за изменение

на валежите до края на XIX в. показват обща тенденция към намаляване на валежите в Южна Европа, включително и България (IPCC 2007, EEA, 2012, PRUDENCE, 2005). На фона на това общо намаление на валежните суми, през последните години се наблюдава увеличаване на честотата на екстремните валежи, които причиняват значителни наводнения и създават риск за населението. Vocheva et al. (2010) установяват, че през периода 1991–2007 г. средният брой дни с денонощни суми на валежите над 100 mm се е увеличил с около 30% спрямо базисния период 1961–1990 г. Според Nikolova (2008) след 2000 г. се наблюдава и увеличение на екстремно валежните месеци. Съществуват редица научни публикации, изследващи екстремните валежи в България (Пенков, 2003, 2001, 1992; Тишков, 1996). Дунавската равнина и специално крайбрежието на р. Дунав от Видин до Силистра е един от районите, в които са наблюдавани екстремни валежи. Често те предизвикват и значителни наводнения. Големи наводнения са регистрирани през последните години във видинско през март 2006, май 2008, март 2010, май 2014, юни 2015, в Лом през юли 2011 и в Русе през август 2015 и юли 2013 г. Наводненията през май се дължат на прииждането на река Дунав, но през другите месеци те са резултат от поройни валежи на територията на страната. Увеличаването на честотата в проявата на екстремните валежи и неблагоприятният им ефект върху живота и дейността на хората изискват по-детайлно анализиране на атмосферната циркулация и валежните характеристики.

Обект на изучаване от настоящата разработка е българското крайбрежие на река Дунав, а предметът на изследване включва валежните характеристики и прояви на екстремни валежи по Дунавското крайбрежие. Целта на изследването е да анализира пространствено-времевите характеристики на валежите и проявата на екстремни валежи по българското крайбрежие на р. Дунав. За постигне на тази цел са поставени следните основни задачи: (1) създаване на база данни за изследването и качествен контрол на изходната информация; (2) анализ на физикогеографските условия в изследваната територия от гледна точка на факторите за формиране и режим на валежите; (3) статистическа обработка на данните и изследване на пространствените и времевите изменения на валежните характеристики и режима на валежите; (4) анализ на проявата на екстремни валежи чрез изчисление на валежни индекси.

ИЗСЛЕДВАНА ТЕРИТОРИЯ

Дунавската равнина обхваща земите между р. Дунав и северната периферия на Предбалкана. На запад достига устието на р. Тимок, а на изток – Черно море. Широчината на равнината се колебае от 25–30 km на запад до 120 km на изток в Лудогорието. Дължината ѝ достига до 500 km. Средната надморска височина е 178 m н.в. На запад низината има равнинен характер, а на изток релефът е по-разчленен и хълмист. През низината протичат едни от най-големите български реки с характерните си асиметрични речни долини. Тук са разположени плодородните черноземни почви под степна растителност. По-голямата част на низината е стопански усвоена, поради това знанията за вътрешногодишното разпределение и тенденциите в измененията на валежите, както и проявата на валежни екстремуми, са от особено значение.

Вътрешноконтиненталното разположение на Дунавската равнина в рамките на умерените географски ширини, значителната отвореност на североизток, малката надморска височина на сравнително еднообразния равнинно-хълмист релеф, както и разнопосочният въздушен пренос определят формирането на умереноконтинентален климат. От особено голямо значение са близкото съседство с Влашката низина и Карпатите от север и Предбалкана и Стара планина от юг. Тук преносът на влажни въздушни маси от северозапад се натъква на високата орографска бариера на Карпатската планинска система, която предизвиква валежна сянка в обсега на Влашката низина и в северната периферия на Дунавската равнина. Успоредно с постепенното обедняване на влагата на тези въздушни маси и тяхното значително изваляване от запад на изток, се установява нарастване на засушаването и усиляването на континенталните черти на климата. Намаляват средногодишните валежни количества и осезаемо се редуцира модулът на оттока (Георгиев и др., 1975).

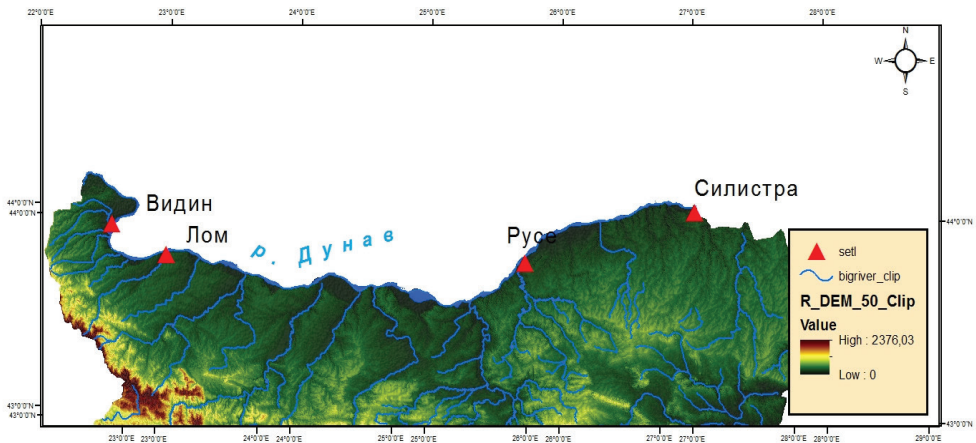
Активизирането на Сибирския баричен максимум през студеното полугодие, в комбинация с равнинния релеф, създава условия за нахлуване на студени арктични и бореални въздушни маси в изследваната територия. От друга страна, високата орографска бариера на Стара планина възпрепятства свободното проникване на топли въздушни маси в пределите на Дунавската равнина и неутрализира климатообразуващото влияние на атмосферния пренос от юг (Георгиев и др.; 1975). В резултат на това в Дунавската равнина се установява по-ниско термично ниво в сравнение с Южна България и се наблюдава относително увеличаване на валежите по наветрените северни склонове на Предбалкана.

ИЗПОЛЗВАНИ ДАННИ И МЕТОДИ

Валежните характеристики са анализирани на базата на месечни валежи от четири станции, разположени по българската част на дунавското крайбрежие – Видин, Лом, Русе и Силистра (фиг. 1), а за изследване на екстремните валежи са използвани ежедневни данни, достъпни в интернет (TuTiempo.net и Freemeteo.bg, достъпни към 28.03.2016 г.). Основният изследван период е от 30 години – от 1983 до 2012 г., като за установяване на хронологичните изменения на валежите са анализирани и месечните валежни суми по декади.

Хронологичните изменения и режимът на валежите са определени чрез декадни валежни суми по месеци, както следва: 1983–1992, 1993–2002 и 2003–2012 г. Основните валежни характеристики, които са анализирани в настоящето изследване, са средна стойност и коефициент на вариация. Средната стойност е представителна величина, която дава най-ясна представа за разглеждания елемент и на базата на тази стойност могат да се правят сравнения между отделните станции. Коефициентът на вариация дава информация за отклонението на данните от средната стойност. По размах на вариране на разглеждания елемент може да се определят пет групи коефициент на вариация: от 0 до 10% – малка вариация, от 10 до 30% – средна; от 30 до 60% – голяма; от 60 до 100% – много голяма, и над 100% – аномална.

Анализът на екстремни валежи в изследваната територия е извършен на базата на ежедневните данни, които са използвани за определяне на следните валежни индекси:



Фиг. 1. Географско разположение на изследваните метеорологични станции

Fig. 1. Geographical position of the investigated meteorological stations

брой дни с валеж над 0,1 mm; брой дни с валеж над 1 mm; дни с валеж над 20 mm; брой дни с валеж над 95%-квантил и сума на валежа за дните с валеж над 95%-квантил (European climate assessment and dataset, <http://eca.knmi.nl/>, достъпно към 27.03.2016 г.).

Дните с валеж над 1 mm се приемат за дни с повишено съдържание на влага във въздуха. Като дни с много силен валеж се определят тези, през които е паднал валеж ≥ 20 mm. За определяне на проявата на екстремни валежи е изчислен 95%-квантил от емпиричното разпределение на данните за всеки месец за целия изследван период. Изчислен е относителния дял на валежните суми за дните с валеж над 95%-квантил от валежната сума за всеки месец за периода 1983–2012 г. Това дава възможност да се определи количеството на валежните суми, дължащи се на валежите за дните с валеж над 95%-квантил.

РЕЗУЛТАТИ

Редиците от данни за месечните валежни суми в изследваните станции се характеризират с големи вариации – коефициентът на вариация е със стойности над 50%, а в отделни случаи (Видин, август, и Русе, септември) надминава 100% (табл. 1). Високите стойности на коефициента на вариация показват значителни отклонения на екстремните валежи от средните стойности. Не са установени значителни пространствени различия в стойностите на коефициента на вариация за отделните изследвани станции.

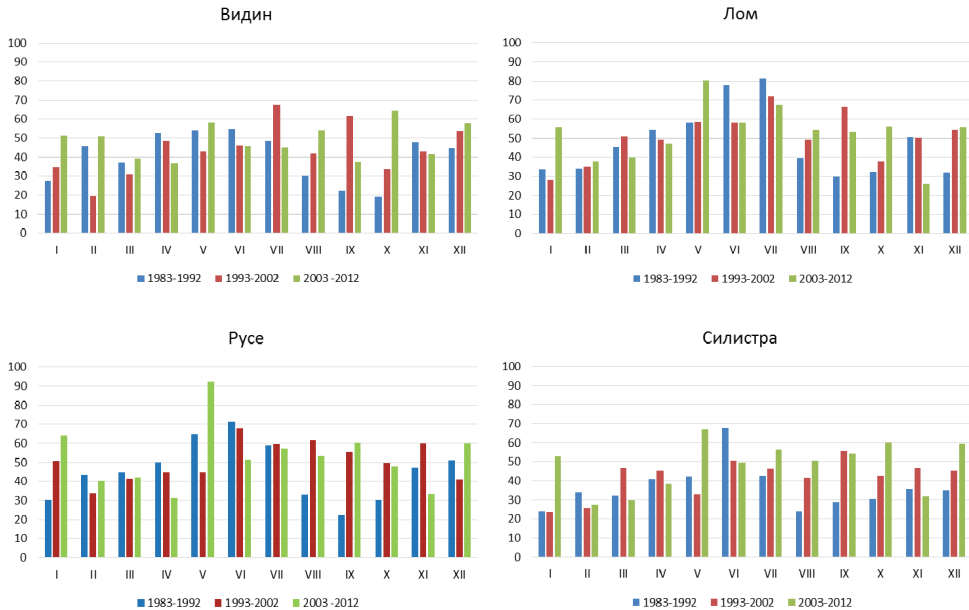
Средните месечни валежни суми дават възможност да се проследи вътрешногодишния ход на валежите за всяка от изследваните станции. Установява се добре изразен пролетно-летен максимум във всички станции, което е характерно за умерено-континенталния климат. През месеците октомври, ноември или декември за отделните

Коефициент на вариация на месечните валежни суми
Coefficient of variation of monthly precipitation totals

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Видин	60	88	64	52	54	68	77	103	78	92	88	69
Лом	78	55	59	51	53	61	77	86	84	68	69	52
Русе	94	70	92	53	87	58	99	97	105	84	78	61
Силистра	80	78	71	61	88	54	82	79	89	70	60	67

изследвани периоди е отчетен вторичен максимум. В повечето от случаите максималните месечни стойности са между 70 и 80 mm. Най-високи декадни валежи (около 90 mm) са установени при станция Русе за месец май, 2003–2012 г., което се дължи на високи валежи през 2008 и 2012 г. При ст. Силистра отново се наблюдава намаление на месечните валежни суми, които не надвишават 70 mm (фиг. 2).

За да се анализират хронологичните изменения на валежите, средните месечни валежни суми са разгледани и по декади. Като цяло, с най-ниски месечни валежи се



Фиг. 2. Средни месечни валежни суми по декади

Fig. 2. Average monthly precipitation for decades

очертава периодът 1983–1992 г., който съвпада с установеното по това време засушаване, характерно за по-голямата част от България. През втората (1993–2002 г.) и третата (2003–2013 г.) декада на изследвания период месечните валежи значително се увеличават, като увеличението е най-голямо за месеците, в които се проявява минимум във вътрешногодишния ход на валежите за периода 1983–1992 г.

Анализът на режима на валежите по декади показва изместване в проявата на максимумите и минимумите за различните периоди (фиг. 2). В повечето случаи главният максимум се измества от май към юни или юли, а минимумът – от септември към февруари.

На базата на ежедневни данни са изчислени валежните коефициенти, които показват проявата на екстремни валежи в четирите изследвани станции. За периода 1983–2012 г. броят дни с валежи над 0,1 mm варира между 176 и 362, като най-много валежни дни има за станциите Русе и Силистра за месец май, а най-малко – за ст. Видин през август. Дните с валеж над 1 mm са между 91 за ст. Силистра и 270 за ст. Русе (табл. 2).

Най-голям брой валежни дни (с валеж над 1 mm) са регистрирани през месец май за всички станции, освен за ст. Силистра (юни). Дните с много силни валежи (над 20 mm) преобладават през месец юни, като най-много са за ст. Русе – 32 дни (табл. 2). Най-малък брой дни с много силни валежи са отчетени през зимните и пролетните месеци, поради по-голямата устойчивост на атмосферата.

Таблица 2
Table 2

Брой дни с валежи над определени стойности за периода 1983–2012*
Number of days with precipitation above thresholds for the period 1983–2012*

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
над 0,1 mm												
Видин	281	266	281	312	307	272	234	167**	199	240	287	303
Лом	294	261	254	282	313	248	199	176	194	226	268	313
Русе	336	277	295	323	362**	348	277	219	188	257	287	327
Силистра	336	277	295	323	362**	348	277	219	188	257	287	327
над 1 mm												
Видин	184	172	178	198	222	198	170	120	136	164	174	213
Лом	219	197	180	180	231	188	141	130	144	168	182	224
Русе	238	203	225	247	274**	270	223	180	152	194	219	230
Силистра	133	105	129	138	155	166	129	91**	117	107	123	150
над 20 mm												
Видин	10	6	7	12	13	22	17	21	18	13	7	11
Лом	7	12	11	12	16	22	19	16	12	13	8	13
Русе	22	7	18	16	26	32**	28	22	14	8	15	19
Силистра	4	1**	2	7	6	16	10	12	12	10	5	6

* Липсват данни за 1996 г. за станциите Видин и Лом и 1983–2003 г. за станция Русе.

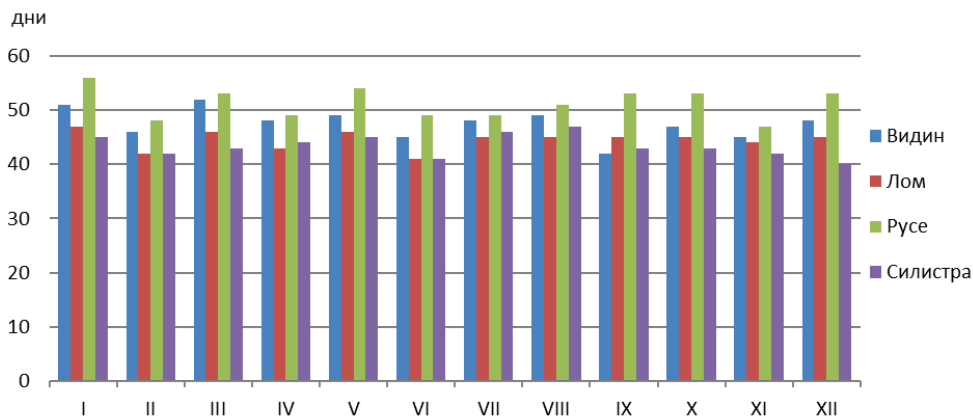
** Маркирани са екстремните стойности за изследвания период.

* Missing data for 1996 for stations Vidin and Lom, and for 1998–2003 for Russe.

** Marked are the extreme values for investigated period.

Дните с екстремните валежи (валеж над 95%-квантил) са по-равномерно разпределени по месеци – варират между 40 и 56. Над 50 дни с екстремни валежи са регистрирани за ст. Русе, а около 40 дни за ст. Лом. Валежната сянка, в която попада ст. Лом, обуславя по-малкото случаи на валежи над 95%-квантил в сравнение с източната част на изследваната територия. При станция Видин екстремните валежи са най-характерни през януари, а за ст. Силистра – през август (фиг. 3), което се обяснява с географското разположение на станциите и особеностите на атмосферния пренос, повлиян от орографията.

Валежите над 95%-квантил, приети за екстремни валежи в настоящата разработка, заемат значителен дял от сумата на валежа през съответния месец за изследвания период (в повечето случаи между 60 и 80%) (табл. 3).



Фиг. 3. Брой дни с валеж над 95%-квантил

Fig. 3. Number of days with precipitation above 95-th percentile

Таблица 3
Table 3

Относителен дял на валежните суми за дните с валеж над 95%-квантил
(в % от месечните валежни суми за периода 1983–2013 г.)

Precipitation totals for the days with precipitation above 95-th percentile (percentage of monthly precipitation totals for the period 1982–2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Видин	60,9	58,2	63,0	58,4	57,9	74,1	74,9	78,7	71,2	63,9	61,5	56,1
Лом	53,8	62,7	67,5	60,5	58,4	61,9	69,8	76,6	73,1	64,5	62,7	57,0
Русе	66,7	58,5	63,2	50,4	73,0	70,8	78,0	79,9	70,9	61,9	69,3	65,2
Силистра	67,7	64,4	62,1	64,6	75,9	68,9	69,4	82,7	76,9	83,6	67,4	61,2

Екстремните валежи се случват най-често и са с най-големи количества през летните месеци – юли, юни, август и септември. Формират се при неустойчива стратификация на въздушните маси. Извисяват се от купесто-дъждовна облачност и често имат пороен характер. През зимните и пролетните месеци е характерен обложеният валеж от слоесто-дъждовна облачност с по-голяма продължителност и по-малки валежни количества. Екстремните валежи формират между 60 и 80% от общите валежи през тези месеци (табл. 3). За ст. Силистра периодът с най-много екстремни валежи е по-дълъг – от май до октомври. При тази станция те формират най-голям дял от общите валежи (октомври – 83,64%)

ИЗВОДИ

Изследваната територия има специфични валежни характеристики, които се обуславят от различни физикогеографски фактори. Месечните данни за изследвания период 1983–2012 г. се характеризират с големи отклонения от средните стойности – коефициентът на вариации се колебае между 51 и 105%. При разглеждането на средномесечните валежни суми се наблюдава увеличаване на валежните суми през последната декада (2003–2012), което е резултат не толкова от увеличаване на количеството на отделните ежедневни валежи, а от тяхната честота. Наблюдава се изместване на максимума на валежите през отделните декади средно с един месец за всички станции, докато в проявата на минималните месечни валежи се установяват по-големи различия за трите декади на изследвания период. Най-малък брой дни с валежи над 0,1 mm са регистрирани за ст. Лом, а най-голям – за ст. Русе и Силистра. Най-голям брой дни с валежи над 1 mm са отчетени за ст. Русе през месеците декември-юли (над 200 дни). Най-малък брой дни с валежи над 1 mm са регистрирани за ст. Силистра, като през август те са едва 91 дни.

При изследване на валежите в настоящата статия акцентът е поставен върху екстремните валежи. Като екстремен валеж авторите приемат валежите над 95%-квантил. Екстремните валежи се проявяват през всички месеци и през трите декади за всяка станция. Най-голям брой дни с екстремни валежи има през месеците януари, май, октомври и декември при ст. Русе. За останалите станции месеците с екстремни валежи са юли и август – около 45 дни. Ако разгледаме количеството на екстремните валежи спрямо общата сума, се установява, че те формират значителна част на падналите валежи (между 60 и 80% от общия валеж за съответния период).

ЛИТЕРАТУРА

- Георгиев, М. 1991. Физическа география на България. С., Университетско издателство.
- Пенков, И. 2003. Териториално разпределение на максималните за 24 часа валежи в България по относителен критерий. – *Год. на СУ „Св.Климент Охридски“*, ГГФ, кн. 2 – *География*, 95, 97–112.
- Пенков, И. 2001. Максималните денонощни валежи по поречията на реките Вит, Осъм и Янтра. – *Год. на СУ „Св. Климент Охридски“*, ГГФ, кн. 2 – *География*, 93, 197–210.
- Пенков, И., 1992. Интензивните валежи в горното и средното течение на р. Янтра и тяхната връзка с речните прииждания. – *Труд. на ВТУ „Св.Св. Кирил и Методий“*, т. 1, 23–32.
- Тишков, Х. 1996. Интензивни и поройни валежи. – *Обучението по география*.

- Bocheva, L., I. Gospodinov, P. Simeonov, T. Marinova. 2010. Climatological analysis of the synoptic situations causing torrential precipitation events in Bulgaria during the period 1961–2007. Springer, Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe – Editors V. Alexandrov, C. G. Knight, M. F. Gajdusek, A. Yotova, ch. 9, 97–108.
- EEA, 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An Indicator-based report. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark. 1–304.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, Pachuari, R. K. and Reisinger, A. (eds.)). IPCC, Geneva, Switzerland, 104 p.
- Nikolova N. 2008. Extreme precipitation months in Bulgaria. Geographical phorum. – *Geographical studies and environment protection research*, 6, No. 7/2008, 83–92.
- PRUDENCE, 2005. <http://prudence.dmi.dk/>

Постъпила май 2016 г.