

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ
Том 111

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY
Book 2 – GEOGRAPHY
Volume 111

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МАКСИМАЛНИЯ ОТТОК НА РЕКА СЛИВНИШКА

ИВАН ПЕНКОВ, МАРИО ПЕТКОВ

Катедра Климатология, хидрология и геоморфология

Ivan Penkov, Mario Petkov. ESTIMATION OF MAXIMUM FLOW OF THE SLIVNISHKA RIVER

The study is an attempt to calculate the maximum flow of the Slivnishka River with a 5% probability of occurrence (statistical repeatability once every 20 years), without information from hydrometric measurements. For this purpose hydrological data rows are compiled with data from nearby situated gauging stations, which include time series of annual maximum river flow. Their statistical parameters are with positive asymmetry, significant coefficients of variation and logarithmic-normal distribution. The methods of “regionalization”, hydrological analogy and the methods proposed by S. Gerasimov were used for calculating the maximum flow. The results from the applied methods for determining the maximum flow of the Slivnishka River are comparable, but discussable.

Key words: Water Act, floods, river floodplains, maximum flow, surface runoff.

УВОД

През 2015 година, в Допълнителните разпоредби на Закона за водите (ЗВ) бе направено допълнение в определението на понятието „крайбрежни заливаеми ивици на реките“. В текста бе добавен термина „максимални“ и по смисъла на ЗВ „крайбрежни заливаеми ивици на реките“ са земите, които се заливат:

- в границите на корекциите на реките в населените места и между реката и дигите – при наличие на диги;
- (доп. – ДВ, бр. 58 от 2015 г.) при протичане на средномногогодишните максимални водни количества с обезпеченост 5 на сто или повторяемост веднъж на 20 години – за речни участъци с неизградени корекции или защитни съоръжения.

Част от дейностите за определяне на крайбрежните заливаеми ивици на реките в България са изпълнени, защото според изискванията на Директива 2007/60/ЕС относно оценката и управлението на риска от наводнения и разпоредбите на ЗВ в България са разработени карти на районите под заплаха от наводнения. Тези карти включват и зоните, които могат да бъдат наводнени с висока вероятност за настъпване – веднъж на 20 години. Но картите под заплаха от наводнения са съставени за конкретни участъци от реките, т. нар. „райони със значителен потенциален риск от наводнения“ (РЗПРН) и по този начин са определени заливаемите ивици за малка част от поречията в България.

Според разпоредбите на Закона за водите (ЗВ) заливаемите ивици на реките могат да бъдат държавни, общински и частни и в този смисъл могат да се налагат различни забрани, ограничения и санкции. Определянето на заливаемите ивици на реките в България предстои и представлява мащабна като дейности, финансов ресурс и време-траене задача.

Изследването е актуално, защото изчисляването на параметрите на максималния отток на река Сливнишка е основен етап при определяне на нейните крайбрежни заливаеми ивици.

Цел на изследването е изчисляването на максималния отток на река Сливнишка като основен етап при определянето на крайбрежните заливаеми ивици на реката, съобразно дефинициите в ЗВ.

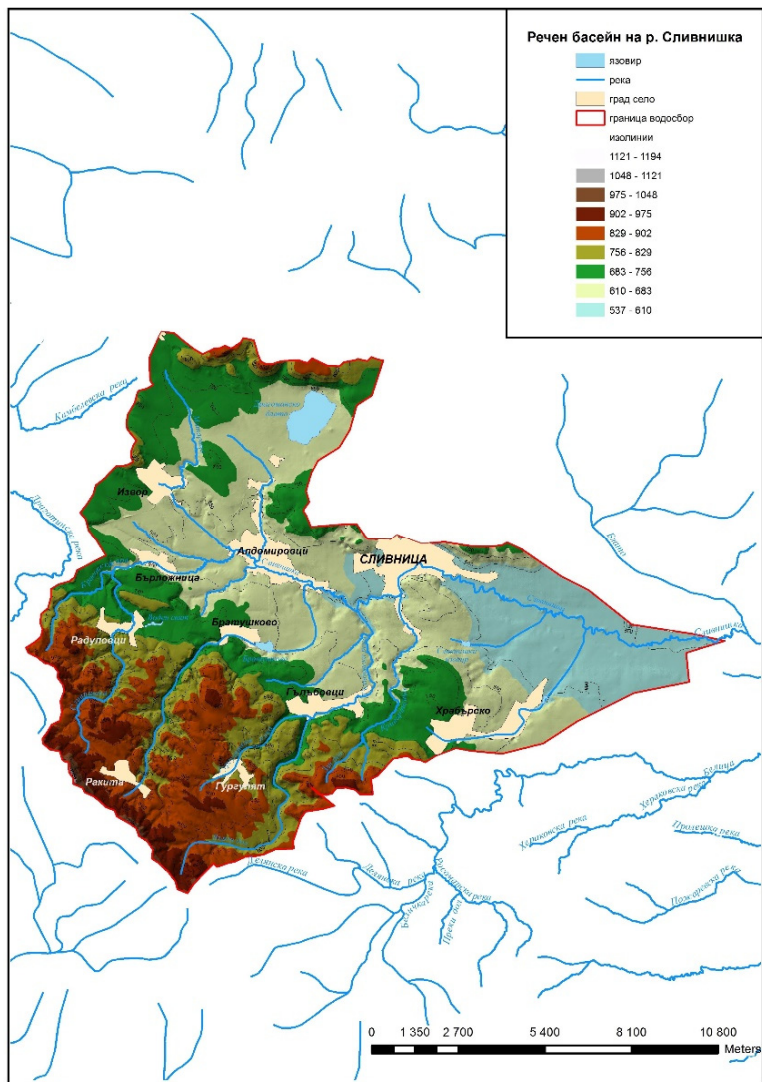
МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обект на изучаване в настоящата разработка е водосборният басейн на река Сливнишка (фиг. 1).

Река Сливнишка е десен приток на река Блато, поречие Искър. Водосборният ѝ басейн заема част от североизточните склонове на планината Вискяр, с най-висок връх Мечи камък – 1077 m. Сливнишка река извира на 960 m н.в. на около 450 m ССИ от вр. Мечи камък в землището на с. Ракита (Хидрологичен справочник... 1958). Релефът на водосбора се характеризира като нископланински, равнинно-хълмист. В горната си част басейна има ветрилообразна форма, с развита гъста и дълбока ровинна мрежа и силно разчленение на склоновете. Преди село Бърложница река Сливнишка завива на изток и при село Алдомировци навлиза в Софийското поле. Влива се отдясно на река Блато на 537 m н. в., в близост до кв. Обединение на гр. Костинброд. Река Блато води началото си от многобройните карстови извори в околностите на селата Безден и Опицвет и отводнява карстовия масив на цялата Понор планина. Река Блато е най-голямата река в западната част на Софийското поле с водосборна площ 774.1 km² и дължина 29,5 km.

КРАТКА ФИЗИКОГЕОГРАФСКА ХАРАКТЕРИСТИКА

В по-голямата си част водосборът на река Сливнишка се намира в Сливнишката син-клинала, плитка гънкова структура, изпълнена с неогенски седименти, литоложки представени от пясъчливо-чакълести отложения с глинест запълнител в основата до глини



Фиг. 1. Водосборен басейн на Сливнишка река

Fig. 1. Slivnishka river basin

в горните части на разреза. Дебелината им в отделни части надвишава 50–100 m. Те залягат върху силно напукани и окарстени среднотриаски и горноюрски варовици, които са южно продължение на Опицвет-Драговищенския басейн, част от южното бедро на Свогенската антиклинала.

Водосборният басейн на река Сливнишка, като част от Софийската котловина, се намира в областта с умерено-континентален климат.

Почвите в нископланинската пояс на водосбора на река Сливнишка са плитки излужени канелено-горски почви. Най-разпространени са излужените смолници, които са с тежък механичен състав, голяма влагоемност и водозадържаща способност и по-малка водопропускливост.

Водосборът на Сливнишка река е слабо залесен, горската растителност е представена от отделни петна средностъблени широколистни и изкуствено залесени гори. Преобладават обработваеми площи и ливади.

Основните морфохидрографски характеристики на водосбора на река Сливнишка по цифров модел на релефа (ЦМР) са дадени в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Хидрографски характеристики на водосборния басейн на река Сливнишка
Hydrographic characteristics of drainage basin of river Slivnishka

Река	F , km ²	L , km	$H_{\text{ср}}$, m	J , ‰	G (km/km ²)	r , ‰
Сливнишка – до гр. Сливница	141,5	21,04	734	17,16	0,935	1,24
Сливнишка – до р. Блато	179,0	37,38	697	11,3	0,892	1,24

където: F – площ на водосборния басейн, km²; L – дължина на реката, km; $H_{\text{ср}}$ – средна наморска височина на водосбора, m; J – среден наклон на речното легло, ‰; G – гъстота на речната мрежа (km/km²); r – коефициент на езерност, ‰.

По двата показателя – дължина на главната река и площ на водосборната област, река Сливнишка се отнася към класа на средните реки в България (Христова, 2012).

Според определените райони със значителен потенциален риск от наводнения в Дунавски район за управление на водите, река Сливнишка се намира в РЗПРН с код BG1_APSFR_IS_041 – р. Искър и притоци в Софийското поле и по-конкретно водно тяло BG1IS400R012 – р. Блато до вливане в р. Искър, р. Костинбродска и р. Сливнишка, до гр. Сливница включително. Съответно за този участък са съставени карти на районите под заплаха и карти на риска от наводнения. <http://www.bd-dunav.org>

През 2010 г. е направен инженерно-хидроложки доклад на река Сливнишка във връзка с проект „Корекция на река Сливнишка в границите (регулационната част) на гр. Сливница, област Софийска“.

ИЗХОДНИ ДАННИ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Всяко хидроложко изследване включва обработка и анализ на времеви редове, съставени на базата на хидрометрични наблюдения. Особеност е, че във водосбора

Таблица 2
Table 2

Хидрометрични станции разположени в близост до водосбора на река Сливнишка
Gauging stations situated near the Slivnshka River Basin

Река	Пункт	Нов № ХМС	Стар № ХМС	Площ на водосб. (km ²)	Средна надм. височ. на водосб. (m)	Период с набл.
Ерма	Трън	11650	95	360,5	919	1936–2011
Нишава	Калотина	11800	223	267,0	–	1955–2011
Искрецка	Своге	18520	96	255	1084	1952–2011
Батулийска	Батулия	18500	221	252	953	1955–2011
Блато	Петърч	18480	99	55,3	706	1949–2011
Банкенска	Иваняне	18435	462	54,3	791	1977–2006
Банкенска	кв. Република		100Аа	76,2	–	1954–1975

на река Сливнишка няма хидрометрична станция (ХМС) от опорната хидрометрична мрежа и липсва информация за хидроложките режимни характеристики. За изчисляване на статистическите параметри на максималния отток на река Сливнишка са използвани редиците на годишните максимуми на оттока на разположените в близост до водосбора ѝ ХМС (табл. 2).

Настоящата разработка е съобразена с изискванията на „Методика за определяне на принадлежащите земи и заливаемите ивици на реките в България – МОСВ, 2011“ и „Методика за оценка на заплахата и риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 2007/60/ЕС, МОСВ, 2012“.

В изследването са използвани следните методи:

- статистически методи за определяне на параметрите на максималния отток на реките в близост до водосбора на река Сливнишка;
- метод на райониране;
- метод на хидроложката аналогия;
- метод за определяне на характеристиките на максималния отток при липса на наблюдения (методика на проф. С. Герасимов).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

СТАТИСТИЧЕСКИ ПАРАМЕТРИ НА МАКСИМАЛНИЯ ОТТОК НА РЕКИТЕ В БЛИЗОСТ ДО ВОДОСБОРА НА РЕКА СЛИВНИШКА

В „Методика за определяне...“, МОСВ, 2011, е отбелязано, че особено внимание трябва да се обръща на използването на максималния възможен обем хидрологична информация, като се изследват само вариационни редици с един и същ период на наблюдения. В случая, освен хидрометричната станция Ерма-Трън, повечето ХМС са открити през 50-те години на миналия век. За да са съпоставими данните по време, об-

хват на изучаваната съвкупност и по методи на изчисляване на статистическите параметри за основен изчислителен период бе възприет периода 1955–2011 г. – 57 години.

За три от ХМС липсват данни за максималния отток през отделни години. За р. Искрецка-Своге това е 1998 г., р. Блато-Петърч 1986 г., а за р. Банкенска-Иваняне – 1976 г. Причините са няколко – не са извършвани измервания за период от един до няколко месеца, преместване на станцията, разрушаване на хидрометричния пункт от високите води. Например, наводнение в началото на юни 2005 г. разрушава мерителният мост на река Банкенска (Какач) в кв. Иваняне и станцията е закрыта (Балабанова, Димитров, 2009). Данните са възстановени по прогнозни стойности от линейната регресия на тренда. При този метод се предполага, че най-изявената характеристика на серията е линейният тренд във времето.

Представителността на хидроложките редове е изследвана с помощта на следните критерии:

- Случайност – в хидроложките изчисления при проверката за случайност най-често се използва критерия за значимост на коефициента на автокорелация (Сикан, 2007). Резултатите от проверката показва статистически незначими автокорелационни коефициенти, което съответства на модела на случайна променлива.
- Еднородност – от хидроложката практика е известно, че вариационните редици съставени от „моментните стойности“ на екстремния речен отток съществено се различават от нормалното разпределение. Непараметричният критерий на Валд-Волфовиц, алтернатива на t-теста за независими извадки потвърди, че данните са еднородни при 5% ниво на значимост.
- За членове, които не принадлежат на извадката – критерий на Grubbs с оценка за 10% ниво на значимост. Единствено за река Банкенска бе отделена стойността на екстремния максимум, регистриран през 1957 г.

Изчисляването на параметри на максималния отток е извършено по „метода на моментите“, защото само този метод дава независими и сравняеми резултати по отношение на статистическите параметри (Методика за определяне..., 2011).

Основните статистически параметри на годишните максимуми на реките в близост до водосбора на р. Сливнишка са дадени в табл. 3. Река Банкенска не е включена поради явната нехомогенност на редиците с годишни максимуми. През 1957 г. река Банкенска регистрира екстремен максимум от 238 m³/s, редуциран към площта на Банкенска-Иваняне на 170 m³/s, но модулът остава същия – 3123 l/s/km². През юни 2005 г., р. Банкенска регистрира още един, близък до първия максимум – 157, 25 m³/s или 2896 l/s/km².

От табл. 3 се вижда положителната асиметрия, което е характерно за максималния отток като случайна величина, защото стойностите му винаги са над нулата, но теоретично нямат горна граница. Ако съотношението на коефициента на асиметрия (C_s) към неговата средноквадратична грешка σ_{C_s} (която зависи от обема на изучаваната съвкупност) е >3 , то разпределението на случайната величина не съответства на нормалния закон. В „Методика за определяне..., 2011“ е посочено, че за територията на България като „представително“ за изчисляване на характеристиките на „екстремни хидрологични елементи“ е логаритмично-нормално разпределение. До същия извод се стигна и в настоящето изследване. Съвременните статистически програми чрез набор

Таблица 3
Table 3

Статистически параметри на максималния отток на хидрометричните станции в близост до водосбора на река Сливнишка (1955–2011)
Statistical parameters of the maximum flow using data from the gauging stations situated near the Slivnishka River Basin (1955–2011)

ХМСтанция	Q _{max}	Mean	Median	Min.	Max.	Std.Dev.	Coef. Var.	Skewness	Std. Err. – Skewness
Ерма-Трън	m ³ /s	29,2	24,0	3,09	79,6	20,01	0,68	1,023	0,316
	l/s/km ²	81	67	8,57	221	56,03	0,69	1,034	0,316
Нишава-Калотина	m ³ /s	27,6	22,6	3,30	83,5	19,21	0,70	0,931	0,316
	l/s/km ²	103	85	12,36	313	71,95	0,70	0,931	0,316
Искрецка-Своге	m ³ /s	35,7	28,1	8,56	108,0	21,31	0,60	1,397	0,316
	l/s/km ²	140	110	33,57	424	83,55	0,60	1,397	0,316
Благо-Петърч	m ³ /s	4,3	3,7	0,34	13,4	2,94	0,69	1,069	0,316
	l/s/km ²	77	68	6,09	242	53,18	0,69	1,069	0,316
Багулийска-Багулия	m ³ /s	36,7	32,7	12,75	108,0	20,58	0,56	1,765	0,316
	l/s/km ²	146	130	50,60	429	81,66	0,56	1,765	0,316

от графични и аналитични тестове дават възможност за бърза апроксимация на най-подходящото за изходните данни разпределение. В табл. 4 са сравнени най-използваните тестове за „нормалност“ (ниво на значимост $p > 0,05$), моделирани от нормалното и лог-нормално разпределение на най-близко разположената до водосбора на р. Сливнишка ХМС – р. Блато-Петърч.

Таблица 4
Table 4

Тестове за „нормалност“ (ниво на значимост $p > 0,05$), моделирани от нормалното и лог-нормално разпределение за река Блато-Петърч

Normality tests (significance level $p > 0.05$) modeled by normal and lognormal distribution for the Blato-Peturch River

Тест за „нормалност“	Нормално разпределение	Лог-нормално разпределение
Kolmogorov-Smirnov test	$P = 0,07$	$P = 0,072$
Anderson-Darling test	$P = 0,003$	$P = 0,187$
Ryan-Joiner test	$P < 0,010$	$P > 0,10$
Cramer-von Mises test	$P = 0,009$	$P = 0,15$
Shapiro-Wilks test	$P < 0,001$	$P = 0,201$

Таблица 5
Table 5

Корелационна матрица на средния максималния отток на хидрометричните станции в близост до водосбора на р. Сливнишка (1955–2011)

Correlation matrix containing data of the average maximum flow from gauging stations situated near the Slivnishka River Basin (1955–2011)

ХМС	Q_{cp} l/s/km ²	Ерма	Нишава	Искрецка	Блато	Батулийска
Ерма-Трън	81	1,00	0,54	0,32	0,63	0,46
Нишава-Калотина	103	0,54	1,00	0,66	0,71	0,55
Искрецка-Своге	140	0,32	0,66	1,00	0,46	0,58
Блато-Петърч	77	0,63	0,71	0,46	1,00	0,39
Батулийска-Батулия	146	0,46	0,55	0,58	0,39	1,00

Зависимостта между годишните максимуми на реките, която характеризира синхронността на колебанията е със „средни“ корелационни коефициенти (табл. 5). Най-добре връзката е изразена между реките Блато и Нишава – $r = 0,71$.

МЕТОД НА РАЙОНИРАНЕ

Подобно изследване в хидрологията се нарича случай на „липса на хидрологична информация“ (Методика за определяне..., 2011). Използва се метода на „райониране“ (регионализация), при който се предполага, че съседни водосбори имат сходни физикогеографски условия при формирането на високи вълни.

Методът е статистически и се препоръчва изследване на зависимостта между максималното водно количество или модула на максималния отток (зависима променлива) и площта на водосбора (независима променлива). Такава методика до сега няма утвърдена в нашата страна (Методика за оценка на заплахата..., МОСВ, 2012).

С цел извеждане на подходяща регионална зависимост най-важното условие е включването на максимален брой хидрометрични станции от района. Поради известни причини не разполагаме със съвременни данни за някои от станциите – р. Искър-Н. Искър, р. Конска-Батановци. Това ограничи изчислителния период до 1960–1983 г. Освен станциите в табл. 3, информацията за максималния отток е допълнена с данни за хидрометричните станции Владайска река-Княжево; Лесновска-Д. Богров; Искър-Н. Искър; Конска-Батановци. Хидрометричната станция на р. Конска-Батановци се намира в поречието на река Струма, но е включена към списъка, защото според инженерно-хидроложкия доклад за река Сливнишка генезиса на оттока ѝ е твърде близък до този на р. Сливнишка – водят началото си от общ масив и в климатично отношение попадат в една и съща зона (проект „Корекция на река Сливнишка..., 2010“). Хидроложките редове на всички реки са допълнени с втората по величина стойност в рамките на една и съща година, която в много случаи надвишава значително годишните максимуми наблюдавани през други години, но не попада в редиците. Например, годишният максимум на р. Батулийска за 1976 г. е 23,2 m³/s, но през същата година отново е регистриран втори максимум със същата стойност.

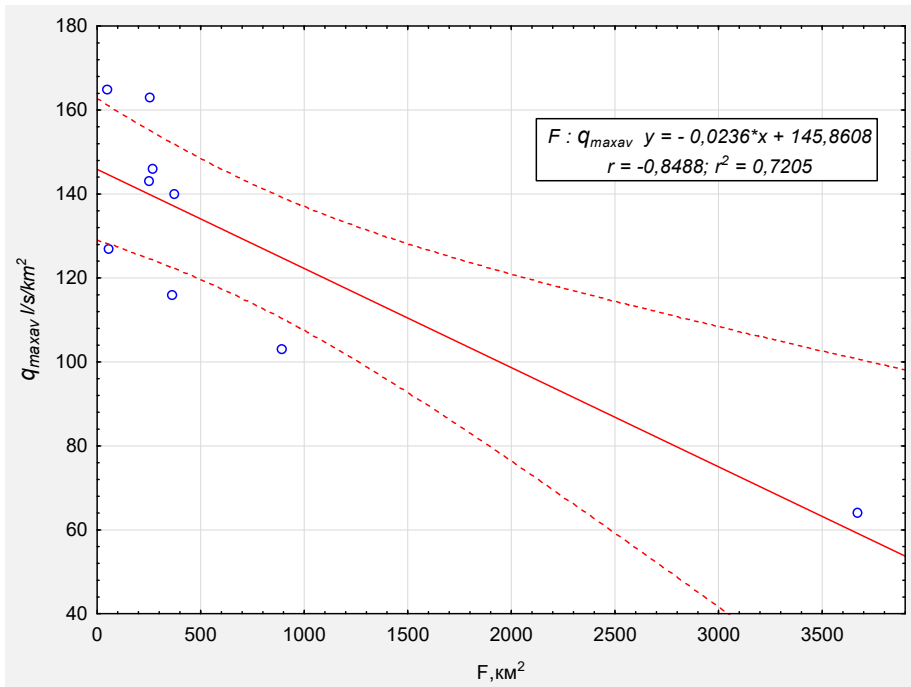
От съставените теоретични криви на обезпеченост за всяка ХМС са получени:

- максимални водни количества с период на повторение веднъж на 20 години към всяка ХМС – $Q_{\max 5\%}$ (m³/s);
- средно максимално водно количество за периода – $Q_{\max av}$ (m³/s);
- модул на максималния отток с характерна обезпеченост период на повторение веднъж на 20 години – $q_{\max 5\%}$ (l/s km²);
- среден модул на максималния отток – $q_{\max av}$ (l/s km²).

Търсената регионална зависимост е между модула на максималния отток и площта на водосбора към станциите (фиг. 2), а изведеното регресионно уравнение е:

$$y = -0,0236 * x + 145,8606.$$

Полученият корелационен коефициент $r = -0,85$ в хидрологията се счита за значим и указва за обратната връзка между модула на средния максимален отток и площта на водосборите. Уравнението на линейна регресия може да се използва коректно като изчислителна формула само ако е „надеждно“. Показател за това е коефициента на детерминация – R^2 , което означава, че в случая регресията обяснява 72% от изходната изменчивост. Уравнението на регресия може да се прилага само ако корелационния



Фиг. 2. Регионална зависимост между средния модул на максималния отток и площта на водосборите на реките в Софийското поле

Fig. 2. Regional dependence between the average maximum runoff and the catchment area of the rivers in the Sofia Plain

коэффициент ($R \geq 0,7$ и съответно ($R^2 \approx 50\%$) (Сикан, 2007). Друг важен момент е анализа на т. нар. остатъци. По теста на Дърбин–Уотсън за определяне на автокорелация на остатъците $d = 2,051$, т. е. няма серийна автокорелация на остатъците.

За определяне на характерните максимални водни количества в различни участъци на река Сливнишка е използван подхода, описан в „Методика за оценка на заплахата и риска от наводнения“, МОСВ, 2012, където общата зависимост има вида:

$$Q_{\max T} = a * b_T * A_E,$$

където: A_E – площ на водосбора (km^2), (в работата е заменено с F_E, km^2); $a = q_{\max av}$; $y = -0.0236 * x + 145.8606$; $b_{T5\%} = q_{\max T} / q_{\max av}$ – адаптиращ параметър, равен на отношението на модула на максималния отток за периода на повторение $T = 20$ г. ($q_{\max 5\%}$) към модула на средномногогодишния максимален отток ($q_{\max av}$). Получен е като средноаритметична стойност от изчисленото за всяка ХМС отношение $q_{\max 5\%} / q_{\max av}$, в случая $b_{T5\%} = 2,6375$ (табл. 6).

Таблица 6
Table 6

Характерни водни количества ($Q_{\max 5\%}$, m³/s) на река Сливнишка до гр. Сливница и до вливането ѝ в река Блато

Characteristic flows ($Q_{\max 5\%}$, m³/s) of the Slivnishka River near the town of Slivnitsa and near its inflow into the Blato River

Пункт	Площ, km ²	$Q_{\max 5\%}$, m ³ /s
		$a = -0,0236 * F_E + 145,8606;$ $b_{15\%} = 2,6375$
р. Сливнишка – до гр. Сливница	141,5	54,5
р. Сливнишка – до р. Блато	179,0	65,9

МЕТОД НА ХИДРОЛОЖКАТА АНАЛОГИЯ (СТАНЦИЯ-АНАЛОГ)

Определянето на максималния отток на река Сливнишка по станция-аналог изглежда сравнително лесна задача – в непосредствена близост до вливането ѝ в река Блато е ХМС Блато–Петърч, която разполага със сравнително дълъг период наблюдения – 1949–2011, т. е. 63 години. От теоретичната ѝ крива на разпределение отчитаме $Q_{\max 5\%} = 10,2 \text{ m}^3/\text{s} = 184,4 \text{ l/s/km}^2$. Отток получаваме $Q_{\max 5\%}$ за р. Сливнишка-Сливница – 26,1 m³/s и р. Сливнишка-Блато – 33,0 m³/s. Но има важно уточнение. Река Блато води началото от карстовите извори в Опицвет-Драговищенски карстов басейн, чието подхранване е изключително от инфилтрация на валежи в обсега на разкритията на карбонатните седименти с площ от 110 km². Следователно, по-голямата част от падналите валежи във водосбора на река Блато инфилтрират и не формират значителен повърхностен отток, а се отразяват върху колебанията на дебита на карстовите извори в района. Средният дебит на карстовите води в целия басейн е около 600–700 l/s и достига до 3000–4000 l/s (Доклад за ОВОС „Модернизация на железопътна линия София – Драгоман“, 2016). Това обяснява защо река Блато има най-малък среден максимален отточен модул от всички реки в региона (табл. 3) и не е подходяща за аналог при определянето на максималния отток на река Сливнишка, в чийто водосбор няма значително карстово подхранване.

Другата, най-близко разположена хидрометрична станция до ХМС Блато–Петърч (между които се намира и водосбора на река Сливнишка), е тази на река Банкенска-Иваняне. Двете ХМС по своите хидрографски характеристики са напълно сравними – площта на водосборните им басейни е практически еднаква, средната надморска височина на водосборите им също, вливат се непосредствено една до друга в река Искър. Но редицата на р. Банкенска е нехомогенна поради членове които по всички критерии не принадлежат на извадката. Дори след „цензуриране“, т. е. изваждане от изчисленията на двата екстремни максимума на река Банкенска, осреднените параметри на максималния отток на двете реки за най-дългия съпоставим помежду им период 1954–2005 г. показват големи различия (табл. 7).

Таблица 7
Table 7

Параметри на средния максимален отток ($l/s/km^2$) на река Блато-Петърч и река Банкенска-Иваняне за периода 1954–2005 г. (без 1957 и 2005 г.)
Parameters of the average maximum flow ($l/s/km^2$) of the Blato-Peturch River and the Bankenska-Ivaniane River for the period 1954–2005 (excluding 1957 and 2005)

ХМССтанция	Q_{max}	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	Coef. Var.	Skewness
Блато-Петърч	$l/s/km^2$	74,3	6,09	242	53,8	0,72	1,201
Банкенска-Иваняне		233	37,2	932	171,3	0,74	2,044

Оказва се, че река Блато е с най-малка „водност“ на максималния си отток от всички реки в региона, докато река Банкенска е най-„пълноводната“ от тях. Зависимостта между годишните максимуми на двете реки, която характеризира синхронността на колебанията между ХМС Блато-Петърч и ХМС Банкенска-Иваняне, е с корелационен коефициент $r = 0,53$.

От теоретичните криви на обезпеченост на двете ХМС се получават следните стойности: $Q_{max5\%}$ (р. Блато) – $184 l/s/km^2$; $Q_{max5\%}$ (р. Банкенска) – $663 l/s/km^2$. Ако средната им стойност – $423,5 l/s/km^2$ се отнесе към площта на река Сливнишка (до гр. Сливница) – $141,5 km^2$, се получава $Q_{max5\%} \approx 60 m^3/s$. Тази стойност е сравнима с резултатите от прилагането на другите методи за изчисление, но я възприемаме като съвсем ориентировъчна. Има редица условности при нейното определяне, като на първо място ще посочим, че от изчисленията са изключени двата екстремни отточни максимума на река Банкенска през 1957 и 2005 г. В статистиката т. нар. *outliers* или големите отклонения се приписват на „грешка в измерването“, но в случая не е така. И двете години – 1957 и 2005, са забележителни в хидроложко отношение с проявата на екстремни стойности на максималния отток.

МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ
НА МАКСИМАЛНИЯ ОТТОК ПРИ ЛИПСА НА НАБЛЮДЕНИЯ
(МЕТОДИКА НА ПРОФ. С. ГЕРАСИМОВ)

Определянето на максималните водни количества на река Сливнишка е извършено по „Методично ръководство за определяне на характеристиките на максималния отток на реките в България“, КОПС, 1980, известно повече като методика на проф. С. Герасимов. В нея са разработени опростени физични методи и формули, основани на връзката между максималния отток и факторите обуславящи неговото формиране, каквито са интензивните валежи и геоморфоложките характеристики на водосборния басейн.

Стъпките по изчисляването на максималния отток на река Сливнишка следват указанията на раздел 3 от методиката, които се отнасят за малки и средни реки с водосборна площ до $2500 km^2$ (табл. 8). Важен момент е определянето на отточните коефициенти с различна обезпеченост, в зависимост от групата на русловата регулираща

Определяне на максималния отток на река Сливнишка до гр. Сливница
по Методиката на Герсимов
Determination of the maximum discharge of the Slivnishka to the town of Slivnitsa
according to the Methodology of Gerasimov

Основни параметри			
Площ на водосборния басейн, F, km^2	141,5		
Дължина на реката, L, km	21,04		
Средна наморска височина на водосбора, m	734		
Среден наклон на речното легло, ‰ (J)	17,16		
Район за денонощен максимум на дъжда – XX район			
Средномногогодишен денонощен максимум, H_{cp}, mm	39,7		
Обезпеченост, $p\%$	0,1	1	5
Относителни квантили, K_p	3,11	2,25	1,70
Абсолютни квантили, $H_p = K_p * H_{cp}, mm$	123,5	89,3	67,5
Отточен коефициент, φ_p	0,26	0,25	0,24
$Fp = 0,01 * \varphi_p * H_p * F$	45,4	31,6	22,9
$u_p = 0,14 J^{1/3} * Fp^{1/3}$	0,68	0,61	0,54
Условно време на стичане, $E_n = 16,67 * L / u_p, min$	515,8	575,0	649,5
Условен модул $S_1(E_n)$ – определен от редукиционните криви на дъжда	4	3,2	3
Максимално водно количество от повърхностен отток $Q_p = S_1 * Fp, m^3/s$	181,6	101	68,7

способност на водосбора (3 групи) и подгрупата на водопрпускливостта на почвата (5 подгрупи). Във водосбора на река Сливнишка най-разпространени са излужените смолници, които са посочени в две подгрупи – средно водопрпускливи почви и сравнително силно водопрпускливи почви. При изчисленията са използвани средните стойности на отточните коефициенти между двете подгрупи. По „Хидроложки атлас на НРБ“, 1964 водосборът на река Сливнишка се намира в областта със сравнително нисък многогодишен коефициент на оттока – 0,2.

Подпочвената компонента на максималното водно количество Q_{cp} в m^3/s , която при високи вълни с малки обезпечености е незначителна, не се изчислява (Йончева, Сантурджиян, 2013).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщено, резултатите от приложените методи за определяне на максималния отток с 5% обезпеченост (или повтораемост веднъж на 20 години) на река Сливнишка (до гр. Сливница) са:

- по метода на райониране – $Q_{max5\%} = 54,5 m^3/s$;
- по метода на хидроложката аналогия – $Q_{max5\%} \approx 60 m^3/s$ (грубо ориентировъчна стойност);

- по методиката на С. Герасимов – $Q_{\max 5\%} = 68,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Получените резултати за максималния отток на река Сливнишка са сравними, но дискуссионни. Причината е, че за прилагането на всеки един от методите има предварителни условия и уточнения, свързани с ограничената налична информация. Основният извод е, че хидроложките редици с данни за максималния отток на България са с недостатъчна дължина за надеждното му описание.

SUMMARY

This study focuses on the Slivnishka River Basin, located in the Iskar River catchment, and its tributaries in the Sofia Plain, defined by the Preliminary Flood Risk Assessment, as an area with a significant potential of flood risk.

The study is an attempt to calculate the statistic parameters of the maximum flow of the Slivnishka river in the absence of hydrometric data. For this purpose are compiled chronological series of data from the annual maximum flow of the nearby situated gauging stations for the period 1955–2011. Their statistical processing shows poorly expressed relationship between the different hydrometric stations. The main parameters of the maximum flow are positive asymmetry and significant coefficients of variation.

The methods of “regionalization”, hydrological analogy and the methods proposed by S. Gerasimov were used to determine the maximum flow of the Slivnishka River. The results of the applied methods for determining the maximum flow of the Slivnishka River are comparable, but discussable. The conclusion is that hydrological time series of annual maximum river flow in Bulgaria are of insufficient length for their reliable statistical description.

ЛИТЕРАТУРА

- Балабанова, С., Д. Димитров. 2009. Използване на ГИС технологии при моделиране на разливите при наводнения. – *СЛО*, 8, 1–3.
- Доклад за оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС) за инвестиционно предложение: „Модернизация на железопътна линия София – Драгоман“. 2016. <http://www.dangold.com/> Закон за водите. – Д.В., бр. 58., 2015.
- Инженерно-хидроложки доклад за река Сливнишка във връзка с проект „Корекция на река Сливнишка в границите (регулационната част) на гр. Сливница, област Софийска“, 2010.
- Йончева, В., О. Сантурджиян. 2013. Оценка на заплахата от наводнения, причинени от малките язовири. – *Водно дело*, 5/6, 9–17.
- Методика за определяне на принадлежащите земи и заливаемите ивици на реките в България. МОСВ, 2011.
- Методика за оценка на заплахата и риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 2007/60/ЕС. МОСВ, 2012.
- Методично ръководство за определяне на характеристиките на максималния отток на реките в България. С., 1980.
- Хидрологичен справочник на реките в НР България, т. II, С., 1958.
- Христова, Н. 2012. Речни води на България. С., Топпрес, 830.
- Сикан А. 2007. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. СП., 279.

Постъпила април 2018