



Получена: 03.06.2019 г.

Приета: 17.06.2019 г.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ХИДРОЛОЖКИ И ХИДРАВЛИЧНИ МОДЕЛИ ЗА АВАРИЙНОТО ПЛАНИРАНЕ ВЪВ ВОДОСБОРИ С ИЗГРАДЕНИ ХТС

Д. Пенчева¹, М. Маврова-Гиргинова²

Ключови думи: високи вълни, язовири, наводнение, оперативен/а, план, защита

РЕЗЮМЕ

Фокусът на изследванията е върху водосбор с изградени язовири. Докладът има за цел да обърне внимание върху нужните хидроложки и хидравлични изследвания в услуга на аварийното планиране и готовност в такива водосбори.

Предложена е концепция за offline система за анализ и оценка на опасността от наводнение във водосбор с нарушен отток. Изградена е върху три стълба на анализ – 1) хидроложко моделиране за определяне на максимални водни количества и обеми на високи вълни във функция от валежа; 2) оценка на ретенцията през всеки язовир с отчитане на превишение на прагове за преливане или разрушаване на язовирните стени. В резултат, определяне на притока в долното течение в зависимост от превишаването на съответен праг; 3) оценка на критични прагове за водни количества (респективно водни нива) в населени места под заплаха от наводнение; съпоставяне на възможния приток от сумарен валеж с продължителност 24 h с определените критични прагове в населените места и вземане на решение за оперативни действия.

Извършено е тестване на подхода във водосбор с изградени осем малки и един голям язовир в условия на липса на хидрометрични, дъждомерни станции и нивомери в язовирите. Изследванията се основават на комбинираното приложение на две утвърдени в България методики – 1) Методика за оценка на максималния отток на реките в Р България, предлагаща регионализация на валежа и на отточните характеристики на водо-

¹ Денислава Пенчева, д-р инж., инспектор в Главна дирекция „Пожарна безопасност и защита на населението” – МВР, София, e-mail: d.penchewa@yahoo.com, тел.: 0883 545 321

² Мария Маврова-Гиргинова, доц. д-р инж., кат. „Хидротехника и хидромелиорации”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: margir_fhe@abv.bg

сбори с недостатъчно данни от измервания и 2) Методика за оценка на заплахата и риска от наводнение с указания за оценка на влиянието от разрушаването на язовирни стени.

В заключение се очертава ползата от *offline* прогноза и предупреждение във водосбори с бърза реакция и се набелязват допълнителни изследвания за надграждане и подобряване на предлаганата концепция.

1. Въведение

Резултатите от извършената първа итерация на оценката и картографирането на заплахата от наводнения в Р България показват, че наличните корекции в обследваните райони, в това число напречни съоръжения (мостове, водостоци) не провеждат високите вълни с обезпечености 1 и 0,1% (съответно оразмерителни и проверовъчни за корекциите в населените места). Това може да означава, че оразмерителните максимални водни количества към момента на проектиране са по-ниски от определените днес (при равни нормативни изисквания).

В своя статия [1] проф. Тошев коментира несъответствията в нормативните изисквания към изчислителната обезпеченост на оразмерителните водни количества за корекциите на реки и за преливниците на язовирните стени от съответния клас. В заключение посочва следните причини за наблюдаваните през последните години наводнения в Р България: интензивните и продължителни дъждове, непочистените от растителност преливни съоръжения и речни корита, недопустимото застрояване на заливаемите речни тераси, подценяването на размера на високата вълна, занемарената експлоатация на някои язовири (предимно малките), липсата на стратегия за управление на водохранилищата.

За справяне с проблемите през последните години се очертава тенденцията язовирите да се държат празни или пълни до определено ниво с цел поемане на високи вълни и недопускане на преливане.

Методиката за определяне на обеми в язовирите от приложение 1 от ЗВ за поемане на очакван приток [2] предлага указания за извършване на изчисления и оценки с цел осигуряване на свободен обем в язовирите за недопускане на преливане или за преливане само до допустимо водно количество от една страна и за задоволяването на потребностите на отделните водоползватели от друга.

В методиката е обърнато внимание, че *това следва да е временна мярка, тъй като е възможно запазването на свободен обем, докато язовирът може да задоволява водоползването без този обем*. В този смисъл са възможни пропуски при прилагането на методиката като част от постоянната защита от наводнения и в подобни случаи се налагат дейности по оперативна защита.

В аварийни условия каскадно разположените язовири следва да работят като една система за безпрепятствено провеждане на висока вълна, поради което съществува и нормативното изискване за съгласуваност на аварийните планове на тези язовири и свързаните с тях съоръжения. В същото време аварийните планове са микроелемент в планирането на защитата при бедствия. Аварийният план на язовира включва действия и мерки за защита на конкретния язовир, но когато опасността не може да бъде овладяна и излезе извън обекта – язовир, дейностите по защита минават на следващо по-високо ниво и се осъществяват съгласно общинския (областния/националния) план за защита при бедствия. По тази причина съществуват и изискванията за подаване на информация от аварийните планове на язовирите за разработването на общинските планове и за съгласуване на аварийните планове на язовирите с кметовете на общини по течението [3, 4].

Целта на доклада е да насочи вниманието към възможни и полезни хидроложки и хидравлични изследвания в полза на аварийното планиране във водосбори с нарушен отток.

Докладът акцентира върху уязвимостта на язовирите само по отношение на хидроложката опасност. Техническото и експлоатационното състояние на язовирите не са предмет на оценка в настоящата разработка.

Фокусът на изследването е върху ненаблюдавани водосбори с нарушен отток.

2. Необходими данни и информация за постигане на съгласуваност между аварийните планове на язовирите и между тях и общинските планове на защита при бедствия

Аварийното планиране във водосбори с нарушен отток търси отговори на следните въпроси:

- Прогнозираните количества валежи как следва да се интерпретират по отношение на опасността за язовирите и населените места във водосбора?
- Може ли да се очаква преливане или дори разрушаване, предвид наличните свободни обеми в язовирите към момента на получаване на прогнозата за валеж?
- Как проведените през един язовир водни количества ще рефлектират върху всеки долустоящ или урбанизирана територия в долното течение?
- Какво е времето за придвижване, респективно разпластяването на високата вълна, от един язовир до друг и/или до населено място?

Отговорните за експлоатацията на всеки долустоящ язовир имат нужда от информация за опасността, която би произтекла от горестоящия/ите, изразяваща се с висока вълна от преливане или разрушаване, в съчетание с чистата хидроложка опасност от прилежащия водосбор. С цел ранното предупреждение е важно да се знае и времето за придвижване. Точната преценка за мерки и дейности по защита, които да залегнат в аварийния план, зависят от тази оценка.

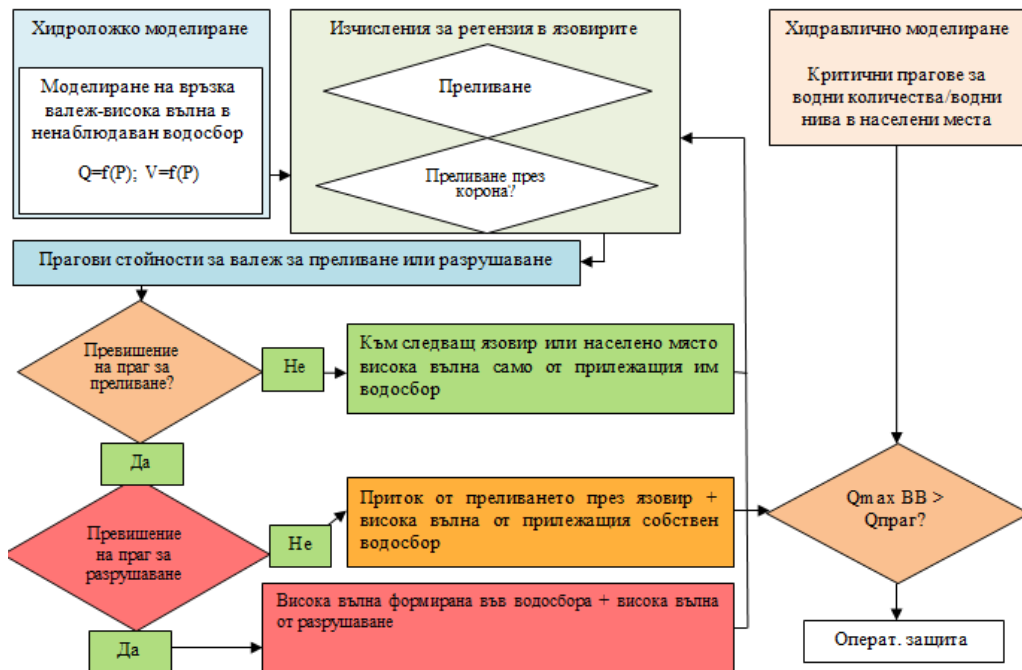
Язовир, построен над урбанизирана територия, създава потенциална опасност за нея. Отговорните за експлоатацията на този язовир е важно да подадат информация за разработването на общинските планове за защита при бедствия и да съгласуват действията си в аварийна обстановка с кметовете на общини надолу по течението. Информацията, която е от значение за провеждане на евакуация в едно населено място, е същата, като за високата вълна от един язовир към друг.

Удовлетворяването на тези изисквания се постига чрез изграждане на *on-line* система за ранно предупреждение или чрез създаване на *off-line* система.

3. Концепция за *off-line* система за ранно предупреждение във водосбор с нарушен отток

Настоящата разработка предлага концепция за *off-line* система за ранно предупреждение във водосбор с нарушен отток, която се основава и надгражда предходни раз-

работки за *off-line* система за ранно предупреждение във водосбори с ненарушен отток и принципни положения за оценка на риска от язовирите [5, 6]. Концепцията е изградена върху три линии на анализ и е представена схематично на следващата фигура.



Фиг. 1. Схема на концепцията за *off-line* система за ранно предупреждение във водосбор с нарушен отток

Първата линия на анализ се изразява в създаване на хидроложки модел и определяне на връзката „валеж – висока вълна”, като предвид наличието на язовири във водосбора е нужна оценка не само на връзката валеж-максимално водно количество, а и на връзката валеж-обем на високата вълна. За работа със зависимостите в реална обстановка валежът следва да се определя по хидрометеорологична прогноза – обикновено сумарен за 24 ч.

Втората линия на анализ обхваща изследване за ретенционната способност на язовирите. В рамките на този анализ се прави проверка за възможността за реализиране на преливане през преливник или през короната. Определят се прагови стойности за валежи, които биха довели до преливане през преливник или преливане през короната (респ. разрушаване) на всяка конкретна язовирна стена. Възможните изходи от тези проверки са следните:

- Прогнозираните стойности за валеж не следва да доведат до формиране на висока вълна с обем, по-голям от наличния в разглеждания язовир. В този случай към следващ язовир или населено място следва да постъпи висока вълна само от прилежащия, собствен водосбор.
- В случай че прогнозните стойности за валеж биха формирали висока вълна с пик и обем, по-ниски от максималната действителна пропусна способност на преливника и свободния обем в язовира до кота корона, то високата вълна би била проведена през преливник без опасност от преливане през

корона (респ. разрушаване на стената). При тази хипотеза към следващ язовир или населено място следва да се формира висока вълна от преливането през горестоящия язовир в съчетание с висока вълна от прилежащия му, собствен водосбор.

- При положителна проверка за преливане през корона следва към долустоящ язовир или населено място да се формира висока вълна от разрушаването в съчетание с високата вълна, формирана в целия водосбор.

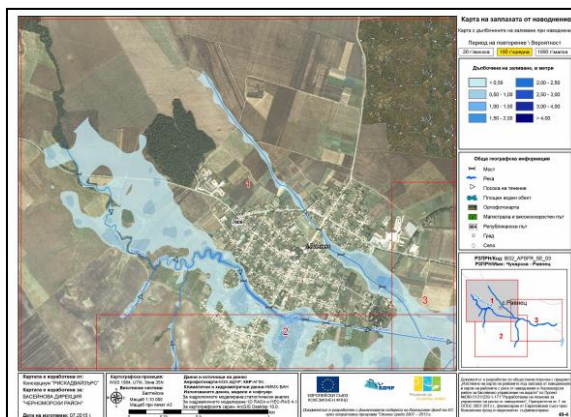
Третата линия на анализ се отнася до оценка за опасността от наводнение в населените места. С помощта на хидравличен модел – еднодименсионален в стационарен режим на движение се определят прагови стойности на водни количества, респ. водни нива. Оценените от предходните две линии на анализ максимални водни количества се съпоставят с определените прагови стойности и следва вземане на решение за провеждане на дейности по защита.

4. Демонстриране на приложението на концепцията в ненаблюдаван водосбор с нарушен отток

Описаната концепция е тествана във водосбор с нарушен отток в условия на:

- липса на измервания за валеж, на водни стоежи в язовирите и измервания от хидрометрични станции;
- оскъдна налична техническа информация за язовирите поради липса на запазена проектна документация (главно за язовирите общинска собственост).

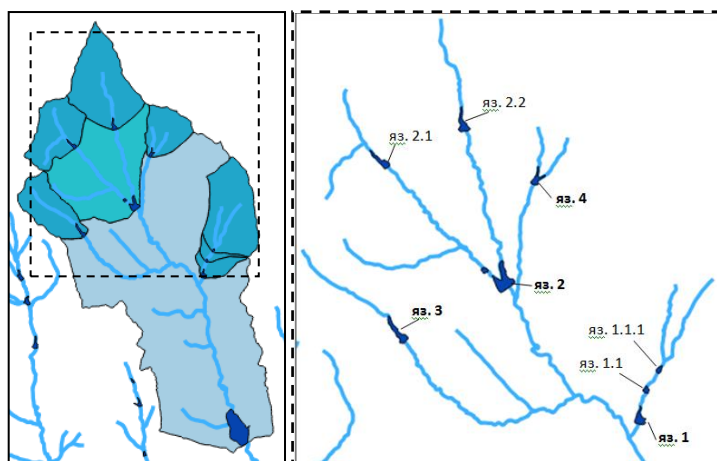
Обект на изследването е водосборът на р. Чукарска/Чакарлийска с изградените в него един голям и осем малки язовира. Поставените проблеми са характерни за водосборите на малките язовири и изборният може да се възприеме като представителен за демонстрация и търсене на решение. Уязвимата територия е с. Равнец, чиято съществуваща корекция не може да проведе висока вълна с обезпеченост 1%, съгласно разработената от БД „Черноморски район” към МОСВ карта на заплахата от наводнение, фиг. 2.



Фиг. 2. Карта на заплахата от наводнение с обезпеченост 1% за с. Равнец, БДЧР



Фиг. 3. Водосбори на р. Чукарска/Чакърлийска и р. Малката река до вливането им в края на с. Равнец, подводосборите на р. Чукарска/Чакърлийска, означени с 1 – под яз. Трояново и с 2 – над яз. Трояново



Фиг. 4. Водосбор 2 – над яз. Трояново и изследваните подводосбори в него, номерация и позиция на язовирите над яз. Трояново

На фиг. 3 е представен водосборът – обект на изследването. Водосборът на р. Чукарска/Чакърлийска е разделен на две части: 1 – под яз. Трояново до края на с. Равнец и 2 – водосборът над яз. Трояново. Язовир Трояново отстои от населеното място на около 7 km и водосборът на р. Чукарска/Чакърлийска в този участък е с площ 20,87 km², което

предполага отчитане на влиянието му при формирането на отток към с. Равнец в комбинация с изпусканите от язовира високи вълни. На фиг. 4 е представено разположението на язовирите във водосбора над яз. Трояново. За улеснение язовирите не са означени с истинските им наименования, а са номерирани.

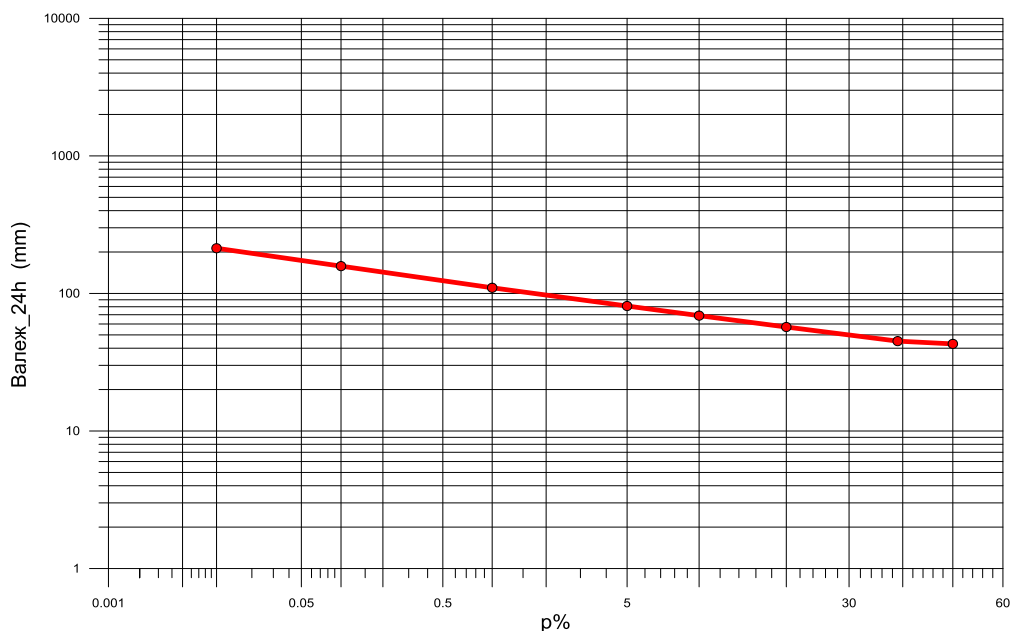
Наличните технически данни за малките язовири не само в изследвания водосбор, а и по принцип, са приблизителни, най-често за общ обем, максимални преливни водни количества и височина на стената. Такива данни са използвани и в изследването.

В допълнение липсата на дъждомерни и хидрометрични станции във водосборите на малките язовири, както и на рейки за измерване на водните стоежи в тях, поставя изследването пред предизвикателството за оценка на връзката „валеж-висока вълна” без данни от реални измервания. Решение е потърсено чрез използване на утвърдени в България методики:

- 1) Методическото ръководство за определяне на характеристиките на максималния отток на реките в България от проф. Страхил Герасимов (Методиката на Герасимов) за определяне на хидроложката заплаха към всеки от язовирите във водосбора [7].
- 2) Методиката за оценка на опасността и риска от наводнения по чл. 187, ал. 2, т. 6 от ЗВ – в частта за Предварителна оценка и по конкретно указанията в т. В.4.2.6 за оценка на влиянието от разрушаване на язовирни стени [8].

Методиката на Герасимов е използвана в частта, предлагаща указания за определяне на максималния отток при недостатъчно данни от хидрометрични наблюдения. Използван е съкратеният алгоритъм за изчисление с редуционните криви на валежа.

Според средната надморска височина на водосбора и района (съгласно приетото в методиката райониране), в който се намира, се определя характерната крива на обезпеченост на денонощния максимум на валежа, показана на следващата фигура.



Фиг. 5. Характерна за водосбора крива на обезпеченост на денонощния максимум на валежа

За всяка стойност на валежа от кривата на безопасност се определя максималното водно количество и обемът на високата вълна.

Максималното водно количество е изчислено по следната формула:

$$Q_{\max} = S_1(\tau)F_p + Q_{\text{гр}} = S_1(E)F_p + Q_{\text{гр}}, \quad (1)$$

където $S_1(\tau) = S_1(E)$ е редукиционен параметър на интензивността на дъжда. Отчита се от редукиционните криви на валежа, дадени в методиката за съответния район, според определеното условно време за дотичане по руслото, изчислено по формулите:

$$E = \frac{16.67L}{u}, \quad (2)$$

където $u = \beta I^{\frac{1}{9}} F_p^{\frac{1}{3}}$ е условна скорост на дотичане, [m/s];

L – дължина на дотичане по руслото, [m];

β – параметър на гладкостта. Отчетен от таблица в методиката за зависимост от състоянието (определено по експертна преценка) на леглото на водотока по цялата му дължина;

$$F_p = \frac{r\varphi_p H_p}{100} F - \text{условен отточен обем}; \quad (4)$$

F – площ на водосбора, [km²];

r – коефициент на застроеност с езера и язовири. Изчислен по формулите в методиката;

φ_p – отточен коефициент с безопасност “ p ”. Отчетен е за всяка безопасност според площта на водосбора, категорията на естествена регулираща способност на водосбора и водопропускливостта на почвата. Изследваният водосбор е отнесен към водосбор с група почви 2.2 – средно водопропускливи; средна водопропускливост канелени, сиви, кафяви горски, не много дълбок водоупор; добре развита речна мрежа, растителност добре развита – гори и планински ливади;

H_p – денонощен максимален слой на дъжда от кривата на безопасност.

Обемът на високата вълна е определен по следната формула:

$$W_p = 1000\varphi_p H_p \psi_1(t)F, \quad (5)$$

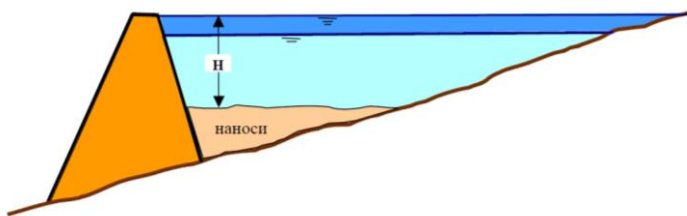
където $\psi_1(t)$ е редукиционен коефициент на слоя дъжд с продължителност t и безопасност p спрямо денонощния максимален слой на дъжда – H_p със същата безопасност.

Отчита се от редукиционните криви.

Съгласно Методиката за оценка на опасността и риска от наводнения по чл. 187, ал. 2, т. 6 от ЗВ (част В.4.2.6), максималното водно количество от разрушаването на язовир се определя по следната формула:

$$Q_{\max, \text{разр.}} = 1,856.H^{\frac{5}{2}}, \quad [\text{m}^3/\text{s}]. \quad (6)$$

Означенията във формулата са съгласно фигурата:



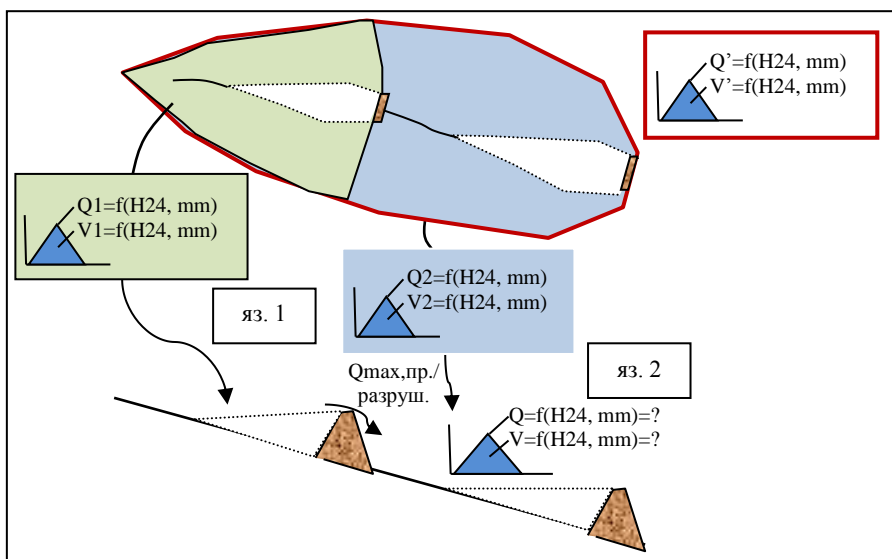
Фиг. 6. Воден стоеж в началото на разрушаването – със затлачване

Редуцирането на водните количества от разрушаването в резултат от разпластяването е отчетено по предложената зависимост в методиката по чл. 187, ал. 2, т. 6 от ЗВ, показана в следната таблица.

Таблица 1. Зависимост между редуцирането на пика на високата вълна от разрушаването (ΔQ , %) и изминатото разстояние до обекта от интерес (S , km)

S (km)	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0	12.0
ΔQ (%)	4.0	7.0	12.0	21.0	29.0	32.0

4.1. Оценка на връзката „валеж-висока вълна” към всеки от язовирите



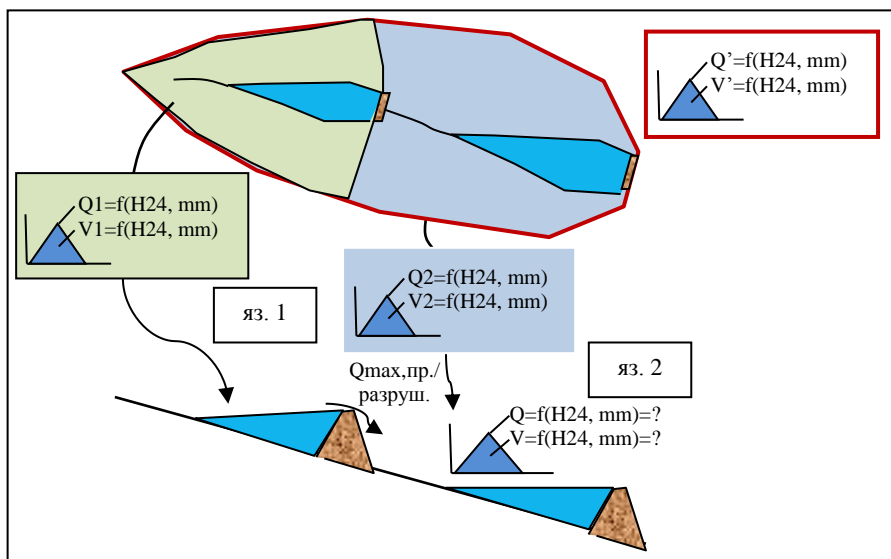
Фиг. 7. Изчислителна схема при сценарий „Празни язовири”

За извършване на тази оценка са направени няколко допускания, относно малките язовири във водосбора на яз. Трояново:

- 1) Предполагани са два гранични сценария за наличен свободен обем в тях малко преди настъпване на хидроложкото събитие – „Празни язовири” и „Пълни язовири”.

- 2) Допуска се, че язовирните им стени са в изправно техническо и експлоатационно състояние. Водното ниво на кога корана се приема като индикация за разрушаване.
- 3) Допуска се, че празни малките язовири осъществяват незначителна ретензия – изразяваща се по-скоро в забавяне, отколкото в редуциране на пика на високата вълна.

При така направените предположения са извършени изчисления за всеки от предположените сценарии съгласно следните изчислителни схеми:



Фиг. 8. Изчислителна схема при сценарий „Пълни язовири“

Съгласно означенията на схемите, зависимостите: $\{Q_1=f(H_{24}, \text{mm}); V_1=f(H_{24}, \text{mm})\}$; $\{Q_2=f(H_{24}, \text{mm}); V_2=f(H_{24}, \text{mm})\}$ и $\{Q'=f(H_{24}, \text{mm}); V'=f(H_{24}, \text{mm})\}$ са определени, като е приложена методиката на Герасимов, като вариране е извършено само по отношение на валежа. Отточният коефициент е определен според приравнения тип почвено-грунтови условия във водосбора – отговарящи на тип почви 2.2. Не се отчита степен на водонаситеност на почвите преди събитие.

Предвид направеното приемане за незначителна ретензия, осъществявана от малките язовири, преминалите през преливниците водни количества $Q_{\text{max, пр.}}$ се определят като равни на максималните водни количества на входящите високи вълни – Q_1 .

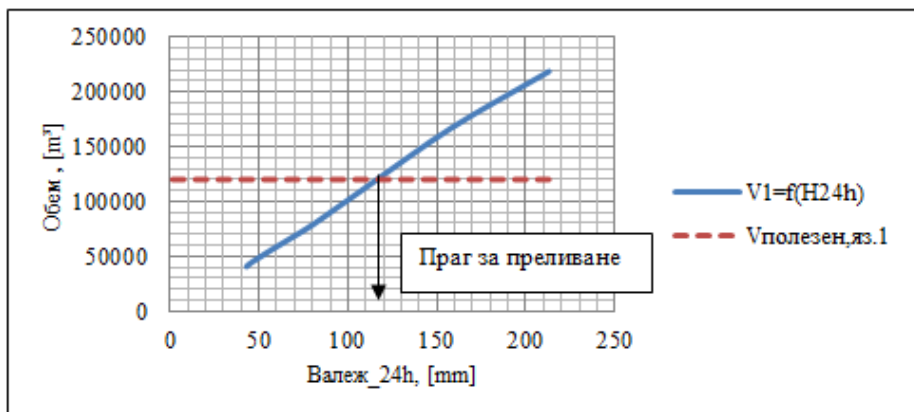
Максималното водно количество от разрушаването се определя по Методиката за оценка на опасността и риска от наводнения по чл. 187, ал. 2, т. 6 от ЗВ (част В.4.2.6), а обемът на високата вълна – равен на обема на язовира.

Зависимостите $Q=f(H_{24}, \text{mm})=?$ и $V=f(H_{24}, \text{mm})=?$ към всеки следващ язовир – второ или следващо стъпало, се определят според прагови стойности на валежа, който би довел до преливане или разрушаване на горестоящите язовири.

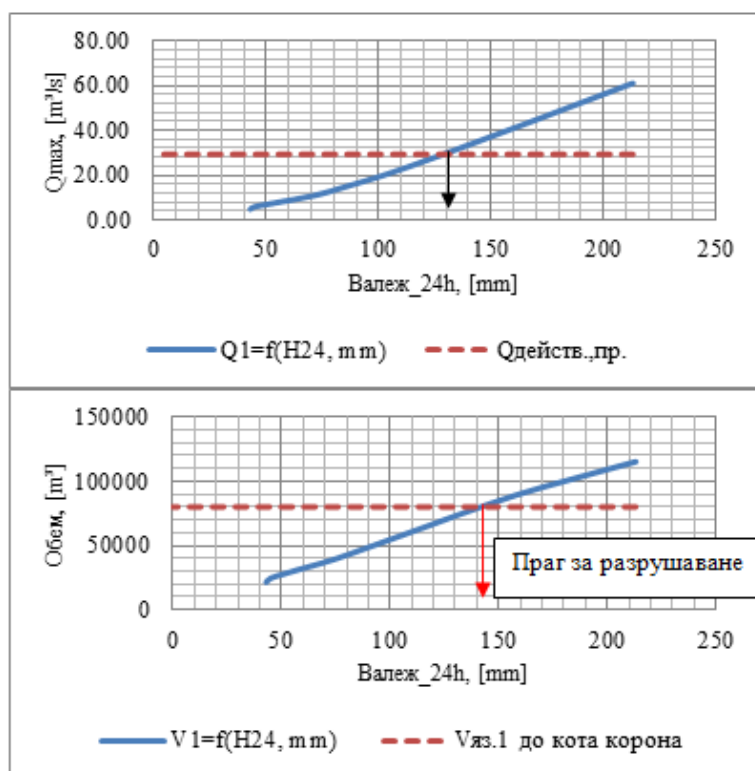
Определянето на праговите стойности на валежа е извършено за всеки от възприетите сценарии, както следва:

Сценарий „Празни язовири“:

Пресечната точка между зависимостта „валеж-обем на високата вълна“, изведена за горестоящия язовир и правата линия, показваща полезния му обем, определя праговата стойност на валежа, при който би се реализирало преливане. При валежи, по-ниски от тази стойност, към долустоящия язовир се формира висока вълна само от прилежащия му водосбор, съгласно методиката на Герасимов.



Фиг. 9. Определяне на праг за преливане

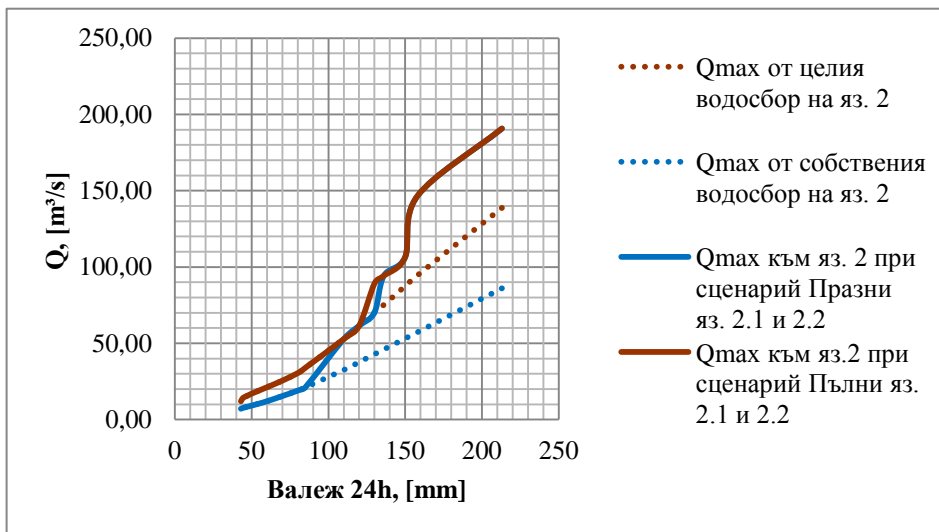


Фиг. 10. Определяне на праг за разрушаване според най-десния отчет

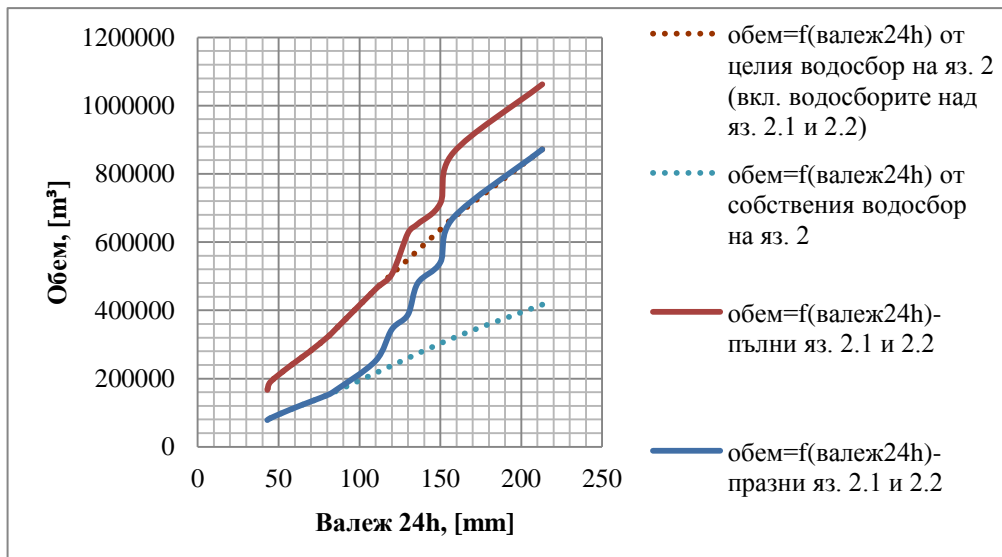
При по-високи стойности на валеж от дефинирания праг следва да се реализира преливане към следващия язовир до достигане на прагова стойност на валеж за разрушаване. Определянето на последната е показано на следващата фигура, като меродавен е най-десния отчет.

Сценарий „Пълни язовири“:

При този сценарий се прави оценка само за прагови стойности за разрушаване, тъй като преливането е факт при всеки валеж. Отчетите са съгласно фиг. 10.



Фиг. 11. $Q=f(\text{валеж}24h)$ към яз. 2 с отчитане на преливане и разрушаване на горестоящите яз. 2.1 и 2.2 при сценарии „пълни“ и „празни“



Фиг. 12. Обеми на високите вълни към яз. 2 с отчитане на преливане и разрушаване на горестоящите яз. 2.1 и 2.2 при сценарии „пълни“ и „празни“

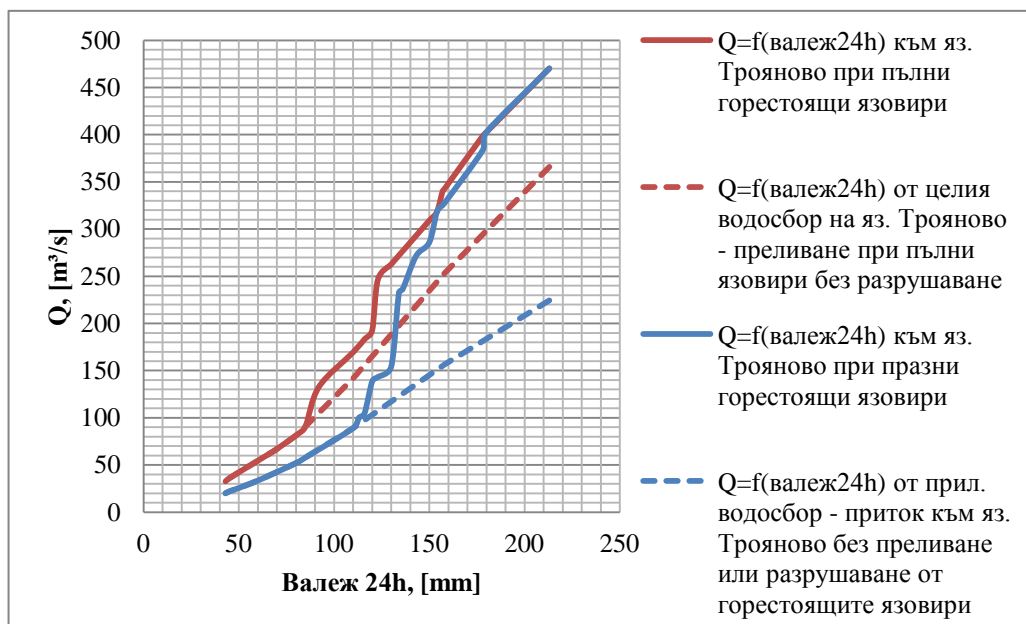
След сумиране на стойностите за водни количества и обеми на високи вълни, определени по методиката на Герасимов, респективно с водни количества и обеми на високи вълни от преливане и разрушаване на язовирите, са получени следващите графики за яз. 2 от изследвания водосбор (плътните криви).

Представените фигури показват надграждане на графиките, получени по методиката на Герасимов:

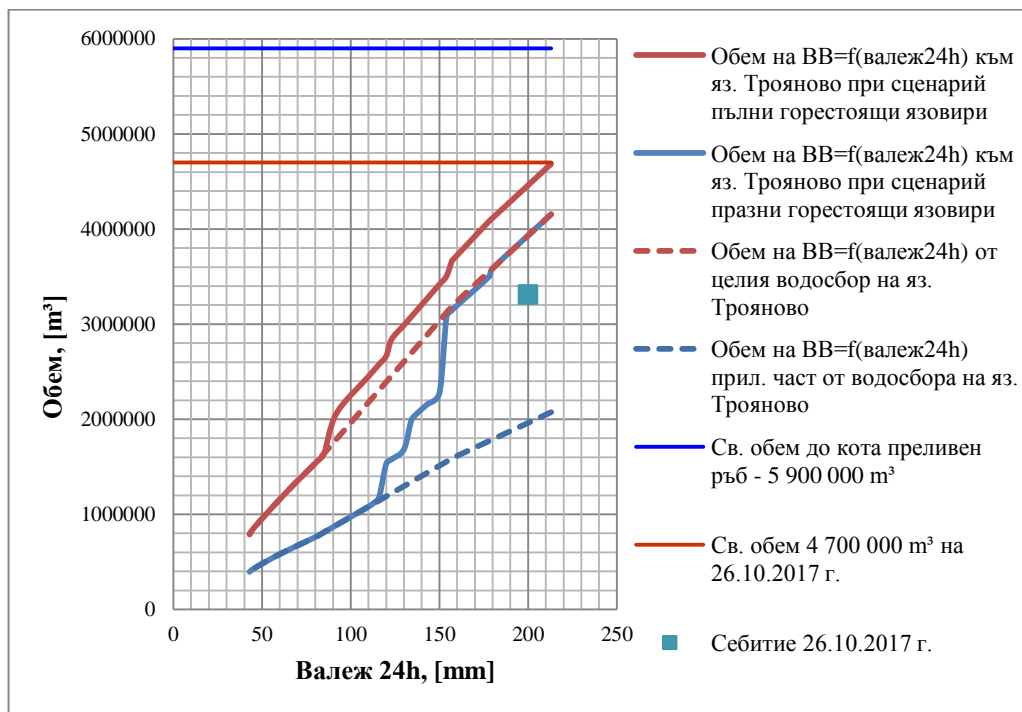
- 1) При сценарий „празни язовири” графиката със син пунктир (отнасяща се за водосбора към яз. 2 без водосборите на яз. 2.1 и 2.2) се надгражда с обеми, които биха изтекли от горестоящите язовири при различни валежи. Чупките в плътните графики са: първо при преливане от яз. 2.2 при валежи, по големи от 85 l/m^2 , след това при преливане и на другия язовир 2.1 при валежи от 120 l/m^2 и последващи разрушавания на язовирите – яз. 2.1 при валежи от 136 l/m^2 и на яз. 2.2 при валежи от 158 l/m^2 .
- 2) При сценарий „пълни язовири” към яз. 2 достигат обеми на високи вълни (формирани от валеж в целия водосбор на яз. 2, включващ и водосборите на яз. 2.1 и 2.2), представени във функция от валежа – графиката с червен пунктир. Графиката се надгражда с допълнителни обеми, изпуснати вследствие на разрушаването на двата язовира съответно при валежи от 130 l/m^2 и 158 l/m^2 . Тези обеми са допълнителни към съответното хидроложко събитие „валеж-висока вълна”, тъй като са задържани в резултат от предходни хидроложки събития.

Същите изчисления са направени и за яз. 1, поради каскадното разположение на яз. 1.1 и яз. 1.1.1.

След прилагане на описания подход и спрямо яз. Трояново са постигнати следните зависимости при сценарии „пълни” и „празни” горестоящи язовири.



Фиг. 13. Максимални водни количества във функция от валежа към яз. Трояново



Фиг. 14. Обеми на високи вълни във функция от валежа към яз. Трояново

На фиг. 14 допълнително са нанесени данни за минало хидроложко събитие и за наличните обеми в яз. Трояново към този момент. Илюстрацията показва, че предложеният подход дава завишена прогноза за обем на висока вълна спрямо конкретното събитие.

4.2. Оценка на критични прагови стойности в с. Равнец и обвързването им с нивата при преливане на язовир Трояново

Третата линия на анализ, поради спецификата на населеното място, се предлага в допълнение на Методиката за идентификация на опасността и риска от наводнения [5]. Праговите стойности за водни количества са определени при постигане на заливни зони, в които:

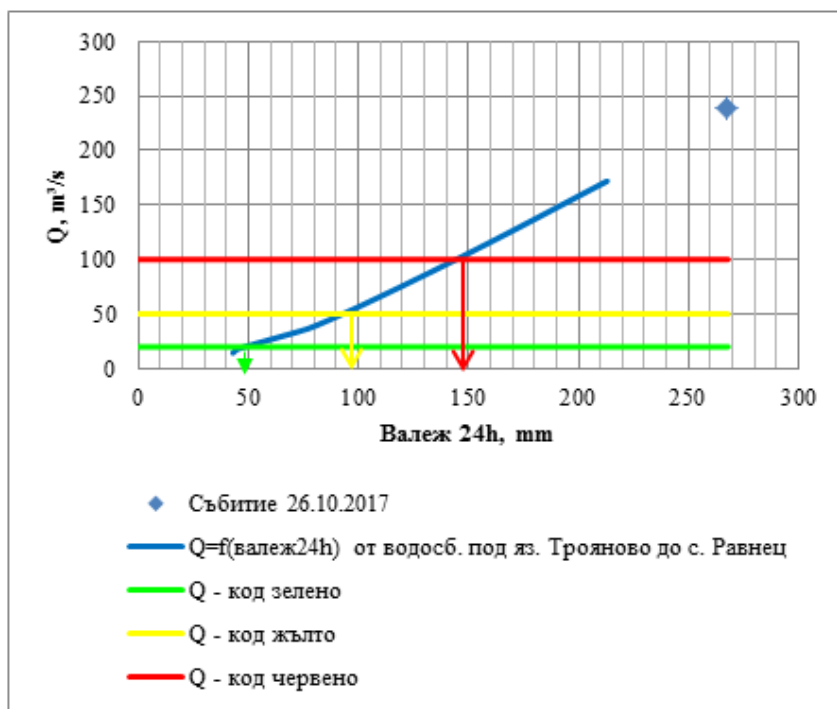
- 1) няма наводнение (не се заливат инфраструктурни обекти);
- 2) дълбочините са до 50 cm – зона, която може да бъде напусната без чужда намеса;
- 3) дълбочините са не повече от 1,2 m и скоростите са не по-големи от 0,2 m/s – зона, която може да бъде напусната с чужда помощ и плавателни средства [9].

В следващата таблица са показани определените прагови стойности за водни количества. Описани са съответстващите им заливни зони и нива на опасност.

Таблица 2. Прагови стойности на водни количества за р. Чукарска/Чакърлийска

Код за ниво на опасност	Прагови стойности за водни количества – Q, m ³ /s	Заливни зони при следните условия:
Код зелено	≤ 20 m ³ /s	Няма наводнение
Код жълто	≤ 50 m ³ /s	Дълбочини ≤ 0,5 m
Код червено	≤ 100 m ³ /s	Дълбочини ≤ 1,2 m; Скорости ≤ 0,2 m/s

Върху графиката, илюстрираща връзката „валеж-водни количества” по методиката на Герасимов за водосбора на р. Чукарска/Чакърлийска под яз. Трояново, с прави линии са нанесени праговите стойности за водни количества. В местата на пресичане са определени праговите стойности за валежи.



Фиг. 15. Връзка „валеж-отток-нива на опасност”

5. Заключение

Представените графични зависимости са полезни за съгласуване между аварийните планове на язовирите и плановете на по-високо ниво (общински, областен). Биха били полезни при вземане на управленски решения за оповестяване и евакуация.

Описаният и приложен във водосбора на р. Чукарска/Чакърлийска подход показва добра прогноза (в полза на сигурността) на връзката „валеж-обем на висока вълна” при най-тежкия сценарий – „Пълни горестоящи язовири”. Прогнозата за максимални водни количества при сценарий „Празни горестоящи язовири” има несъвършенства поради по-грубите методи за отчитане на ретензионния ефект на язовирите и на разрушаването на язовирните стени, което подсказва необходимост от допълнителни изследвания за:

- Оценка на ретензионната способност на язовирите за установяване на обобщени зависимости между входящи и изходящи вълни при различни водни нива в язовира. В резултат от това би могла да се приеме категоризация на язовирите по ретензионна способност.
- Анализ и оценка за установяване на обобщени зависимости по сценарии за съчетаване на високите вълни от преливане/разрушаване с естествено формираните във водосбора.
- Разработване на методика за оценка на риска от разрушаване на язовирни стени с отчитане на тяхната конструктивна и технологична сигурност в съчетание с хидроложката опасност.
- Извеждане на обобщени зависимости за прогнозиране на времето за предвиждане на високите вълни според особеностите на терена.

Настоящата разработка среща трудности за работа в условия на ненаблюдавани водосбори, поради което прибегва до методика за регионализация. В тази връзка се очертава необходимостта от допълнителни изследвания с цел проверка на актуалността на методиката на Герасимов със съвременни хидроложки данни предвид това, че е разработена през 1978 г. и калибрирана с данни от измервания до този момент. В резултат следва да се отговори за наличието или липсата на необходимост от актуализация или разработване на нова методика – крайно необходима за работа в ненаблюдавани водосбори.

Разработката показва потенциална приложимост на *offline* системите за ранно предупреждение в ненаблюдавани водосбори и особено във водосбори с бърза реакция.

Съществува необходимост от инструмент за прецизиране на избора за изграждане на един или друг тип системи за ранно предупреждение. В тази връзка е необходимо изследване за диференциране на водосборите според особеностите им като подходящи за изграждане на определен тип системи за предупреждение с цел постигане на по-дълго време за реакция.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тошев, Д.* Наводненията и ролята на язовирите в Р България. Водно дело, 3-4.14, http://www.stuwa.org/files/magazine/3-4.14_s3.pdf.

2. https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/file/Water/Povarhnostnivodi/Methodika/YazoviriPrilojenie_1/1.pdf. Методика за определяне на обеми в язовирите по приложение 1 от Закона за водите за поемане на очакван приток.

3. Наредба за условията и реда за осъществяване на техническата и безопасната експлоатация на язовирните стени и на съоръженията към тях, както и на контрол за техническото им състояние (чл. 60, чл. 163). Приета с ПМС № 262 от 07.10.2016 г., Обн. ДВ, бр. 81 от 14 октомври 2016.

4. Закон за защита при бедствия (чл. 35) – изм. и доп. ДВ, бр. 77 от 18 септември 2018 г.

5. Пенчева, Д. Дисертация: „Методика за идентификация на опасността и риска от наводнения”, 2015.

6. Геренски, А., Маврова-Гиргуинова, М., Таиева-Петрова, М., Беляшка, М. Проблеми на управлението на риска от наводнения в населени места след язовири. // Годишник на УАСГ, 2017, 50 (3) 145-163.

7. Герасимов, С. Методическото ръководство за определяне характеристиките на максималния отток на реките в България. 1978.

8. Методика за оценка на заплахата и риска от наводнения. Одобрена със Заповед № РД-370/ 16.04.2013 г. на министъра на околната среда и водите.

9. Инструкция № 81213-915 от 1 декември 2014 г. за условията и реда за осъществяване на оперативна защита при наводнения (чл. 16, т. 2).

HYDROLOGY AND HYDRAULIC MODELS APPLICATION FOR EMERGENCY PREPAREDNESS PLANNING IN CATCHMENTS WITH CONSTRUCTED DAMS

D. Pencheva¹, M. Mavrova-Guirguinova²

Keywords: hydrographs, dams, flood, operational, plan, protection

ABSTRACT

The paper is focused on catchments with constructed reservoirs.

The main reason is to pay attention to the necessary hydrological and hydraulic studies for emergency planning and improvement of the response.

A concept for off-line system for flood hazard analyses and assessment in catchments with dams has been proposed. It is built on three pillars of analyses – 1) hydrology modeling for maximum discharges and volume determination as a function of rainfall; 2) retention capability assessment of each reservoir taking in account thresholds for overflow or overtopping. As a result, downstream hydrographs assessment according to the thresholds; 3) an assessment for critical thresholds for discharges (respectively – water levels) in urban areas; a comparison of a possible runoff in a settlement formed by 24-hour rainfall with the thresholds and decision making for operational activities.

The proposed approach has been tested in a catchment with eight constructed small dams and a bigger one, in conditions of an absence of local meteorological and runoff observations, and a lack of water level measures in the reservoirs. The survey is based on

¹ Denislava Pencheva, Dr. Eng, Inspector in the Directorate General “Fire Safety and Civil Protection”, Ministry of Interior, e-mail: d.pencheva@yahoo.com, phone: +359 883 545 321

² Maria Mavrova-Guirguinova, Assoc. Prof. Dr. Eng, Dept. “Hydraulic, Irrigation and Drainage Engineering”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: margir_fhe@abv.bg

combined application of both methods adopted in Bulgaria – 1) methodology for maximum runoff of the rivers in Bulgaria which proposes rainfall regionalization as well as considering the characteristics of ungauged basins, and 2) methodology for flood hazard and risk assessment with respect to dam breaching assessment.

Finally, the benefits of off-line forecasting and warning in fast response catchments are outlined and further studies are being stated to upgrade and improve the proposed concept.