

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РЕДИЦИТЕ НА МАКСИМАЛНИТЕ ГОДИШНИ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА И НА ВРЪЗКАТА ИМ С ОБЕМА НА СЪОТВЕТСТВАЩИТЕ ВВ. ПОДБОР НА ФОРМАТА И ОЦЕНКА НА ПРЕДСТАВИТЕЛНОСТТА НА РЕДИЦИТЕ. ПОСТРОЯВАНЕ НА ЕМПИРИЧНАТА И ТЕОРЕТИЧНАТА КРИВИ НА ОБЕЗПЕЧЕНОСТ.

1. Цел и задачи на методиката

Целта на методиката е да покаже как от данните на дневния баланс на язовира могат да се извлекат данните за годишните максимуми на водните количества и обемите на високите вълни (ВВ), като крайната цел е построяване на емпиричната и теоретичната криви на обезпечеността. Те са основата за оценка на необходимия свободен обем за поемане на цялата или част от ВВ с набелязана обезпеченост и на обезпечеността на вълната, която може да бъде поета от определен свободен обем на язовира. Те са необходими и за определяне на максималното преливно водно количество при ретензиране на ВВ с различна обезпеченост когато няма свободен обем.

Методиката за яснота е демонстрирана с данни и онагледена с графичен материал, получени от прилагането ѝ за яз. Тополница.

2. Моделиране на ВВ от данните за дневния приток в язовира

Моделирането на ВВ е направено съгласно Методичното ръководство за определяне на характеристиките на максималния отток на реките в България от 1978 г на НИМХ с автор проф. дтн. инж. Страхил Герасимов. В него са описани методите и способите за изчисление на хидрологичните характеристики на максималния отток на реките в България при наличие на достатъчни данни от хидрологичните наблюдения върху максималния отток и в случай на недостатъчни данни. Данните от хидрометричните наблюдения се считат за достатъчни, ако непосредствено или в близост до разглеждания речен участък съществува хидрометрична станция с дългогодишни качествени наблюдения и измервания на максималния отток, т.е. когато:

- Честотата на наблюденията е обезпечила регистрацията на най-високите водни стоежи на високите вълни;
- Честотата на измерванията и размерът на измерените водни количества е обезпечила правилното построяване на ключовите криви и правилната им експлоатация в зоната на високите води;
- Периодът на редовните наблюдения n е достатъчно дълъг, за да се получат средноквадратичните грешки на средномногогодишната величина на максималния отток и на коефициента на вариация по-малки от съответните им допустими стойности 10% и 20%.

Основните характеристики на максималния отток, които подлежат на определяне са: максималното водно количество (върх на ВВ) в m^3/s , обем на максималния отток (на ВВ) m^3 , форма на ВВ (хидрограф на максималния отток).

В действителност, наличната информация за притока в язовирите в България се представя от данни за дневния баланс на язовира за n броя години

на експлоатация. Той включва стойностите на дневния приток, дневния разход, дневния обем на язовира и съответната му кота на завиряване. От тези данни трябва да се извлекат и моделират необходимите параметри на абсолютните годишни ВВ, като връх, времетраене, време за подем и спад, както и форма на ВВ.

Следователно, въз основа на абсолютния максимален дневен приток в язовира се съставя хидроложка редица на абсолютните годишни максимуми на дневния приток в него, които имат характер на ВВ. Подборът им става чрез въвеждане на критерии. На основата на дневния ходограф на ВВ чрез интерполация на среднодневните стойности се получава часовия ходограф, при което се определя и върхът Q_{\max} на ВВ. Чрез регресионен анализ се определя връзката между върха и обема на ВВ. Чрез тази връзка при известен Q_{\max} се изчислява съответстващия му обем.

Чрез анализ на формата на различните ВВ се избира за тях идеализирана форма, удобна за изчисление на ретенцията на ВВ при пълен до НВРВН язовир. За редицата от Q_{\max} се определят статистическите параметри – средна стойност, стандартно отклонение и коефициенти на вариация и асиметрия. Въз основа на тях се правят оценки за достатъчност на дължината на хидроложката редица и за еднородност. След това се построяват емпиричната и теоретична криви на вероятността на превъзход (обезпеченост). За последната се прави подбор между видовете теоретични криви на обезпечеността по известни критерии. От теоретичната крива на обезпечеността се отчитат максималните водни количества, респективно обема на ВВ за обезпечености каквито са необходими за оценка на риска от наводнения при преливане или за определяне на необходимия свободен обем за поемане на ВВ. Тези обезпечености могат да бъдат във и вън от обсега на скалата на обезпеченостите на емпиричните данни за Q_{\max} .

Моделирането на ВВ от данните за дневния приток в язовира изисква следната последователност:

- Анализират се данните за дневните водни баланси на язовира по месеци, години и сезони (зимен – от ноември до март и летен – от април до октомври) и се установява стойността на абсолютния максимален сезонен дневен приток и месецът от годината, в който се наблюдава;

Измененията на дневния приток, дневния разход и дневния обем на язовира се представят таблично и визуализират графично по месеци и години за периода с налична информация за работата на язовира. *Наличната информация за яз. Тополница е за периода 1970-2007г. На фиг. 1 е представен дневния приток и разход от язовира, заедно с изменението на обема на язовира за месец юли 1975 г.*

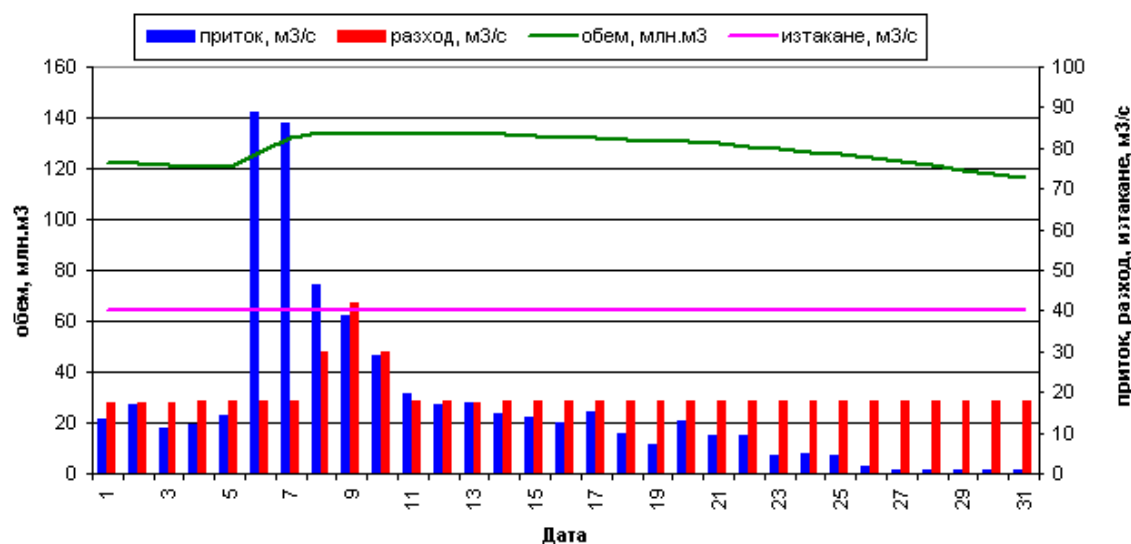
- Съпоставят се стойностите на абсолютния максимален дневен приток за зимния и за летния сезон за n броя години и ако са балансирани по стойност и честота на наблюдение на абсолютния максимален дневен приток се препоръчва съставянето на два хидроложки реда за статистическа обработка на сезонния максимален отток. Ако са много различни по стойност на абсолютния максимален дневен приток се оформя една годишна извадка на абсолютния максимален приток и се моделира една годишна висока

вълна;

Анализирани са данните за абсолютния максимален дневен приток за зимния и за летния сезон и за яз. Тополница се установи, че няма баланс в честотата и стойностите между летния и зимния максимален приток. Затова приехме оформянето на хидрологичната редица на максималния годишен приток за периода на наблюдение.

Дата	Кота m	Завирен обем $10^6 \cdot m^3$	Приток m^3/s	Разход m^3/s	Изтакане m^3/s	Приток за десет. $10^6 \cdot m^3$	Разход за десет. $10^6 \cdot m^3$
1	401.68	121.986	13.4	17.5	40.0		
2	401.67	121.935	16.9	17.5	40.0		
3	401.56	121.380	11.1	17.5	40.0		
4	401.46	120.876	12.1	18.0	40.0		
5	401.40	120.573	14.5	18.0	40.0		
6	402.57	126.654	88.9	18.0	40.0		
7	403.67	132.151	86.0	18.0	40.0		
8	403.94	133.998	46.5	30.1	40.0		
9	403.89	133.730	38.8	42.0	40.0		дъжд-33,3
10	403.87	133.623	28.8	30.0	40.0	30.857	19.572

Обем на язовир "Тополница", приток и общ разход - юли 1975 г.



30	400.92	118.153	1.1	18.0	40.0		дъжд-13,8
31	400.63	116.690	1.1	18.0	40.0	3.389	17.105

Фиг. 1

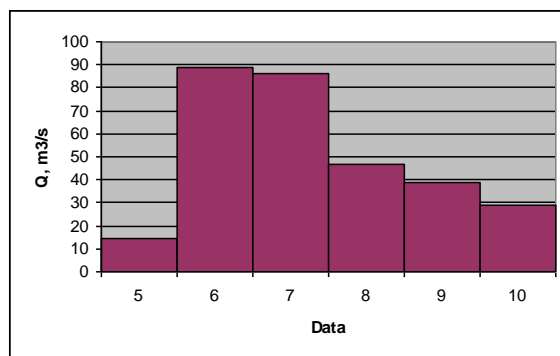
- Моделират се високите вълни, на основата на дневния ходограф на притока в язовира, като времетраенето на високата вълна се определя по допълнително въведени критерии, които са различни за различните язовири. Това зависи от големината и формата на водосбора, наклона на водосбора, времето на дотичане до язовира, както и от типа на формираните високи вълни за изследвания водосбор, публикувани в литературата и др. Изчислява се обемът на всяка ВВ;

За всяка година се избира месецът, съдържащ подчертано и максимално по размер повишение на дневния приток в язовира, в който се появява абсолютния годишен максимален приток. Подборът на хидрографа на

максималния дневен приток в язовира с цел трансформирането му в моделирана висока вълна е съобразен със следните критерии:

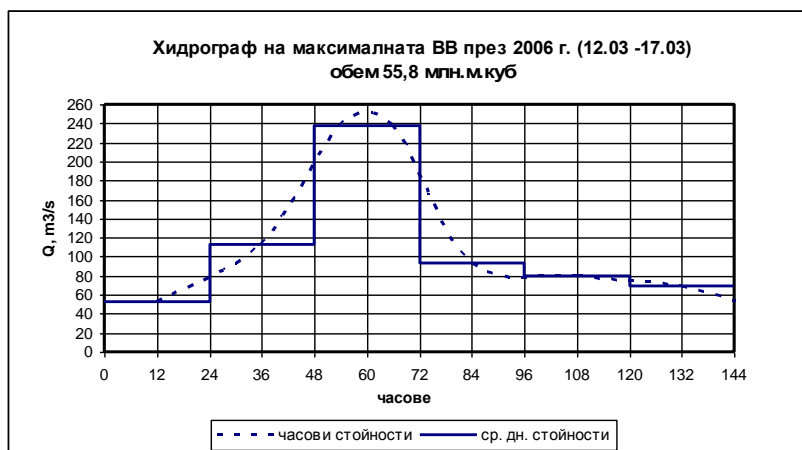
- за висока вълна се счита среднодневният приток в язовира с повишено водно количество спрямо водното количество в останалата част на месеца с максимален годишен приток;
- времетраенето на ВВ се съобразява с ходографа на максималния годишен дневен приток, като в клона на спад ВВ се ограничава при разлика в дневните водни количества по-малка или равна на 20 %;
- в случай на две последователни ВВ с времетраене повече от 8 дни, ако втората е по-малка от първата, първата ВВ се ограничава до точката на подем на втората ВВ;
- в случай на две последователни ВВ с времетраене по-малко от 8 дни, се разглежда двупикова висока вълна;
- при тридневен приток в язовира с близки дневни водни количества моделираният връх е на 36 час, като се избират 2 точки на разстояния 12-48-12 часа;
- времетраенето на високата вълна е съобразено с водосбора на изследвания язовир, но да не превишава 6-7 дни, времетраенето се лимитира в съответствие с публикувани високи вълни от НИМХ за периода до 1975 г.;

За яз. Тополница са подбрани 38 хидрографа на абсолютния максимален дневен приток в язовира и същите са визуализирани, както е показано на фиг. 2. Въз основа на тях е определен обемът на всяка висока вълна.

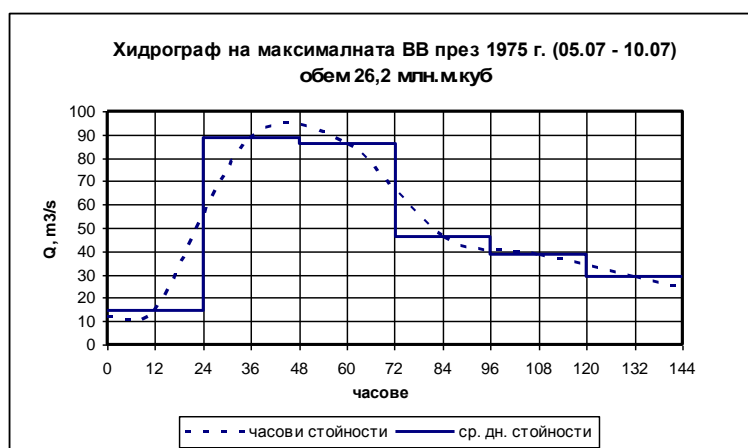


Фиг. 2

➤ Моделира се почасов хидрограф на високата вълна;
Моделиран е хидрографът на максималния приток в язовира по часове, като дневният абсолютен максимален приток е моделиран с една или две точки в зависимост от хидрографа на максималния дневен приток в язовира. В случай, че в клона на спад на високата вълна абсолютният дневен максимум се отличава съществено по стойност от съседните му дневни максимуми се фиксира с две точки, намиращи се на разстояние 12 часа, а когато са със съизмерими стойности – с една точка, както е показано на фиг. 3 и на Фиг. 4;



Фиг. 3

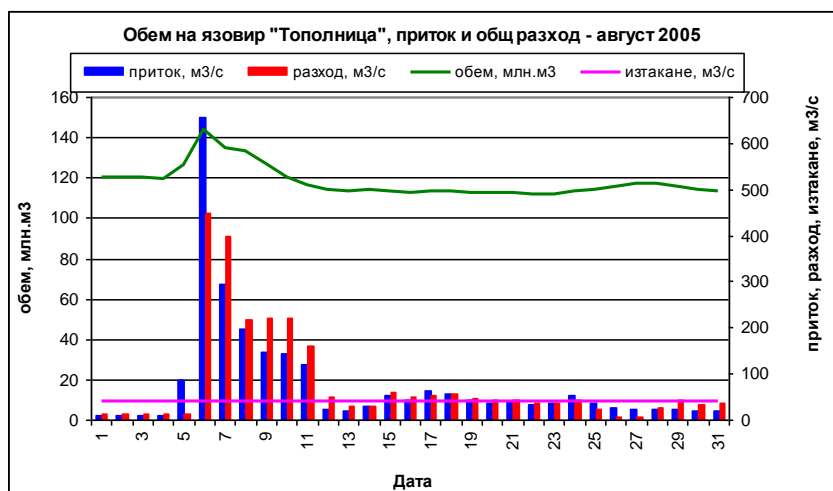


Фиг. 4

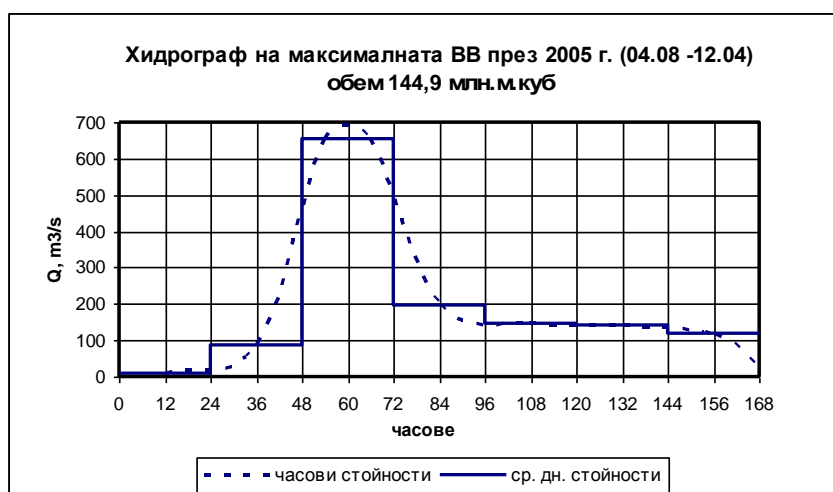
- Отчита се върхът на всяка висока вълна и се съставя хидроложката редица на абсолютния годишен или сезонен максимален приток;

Моделирани са 38 броя високи вълни за яз. Тополница, като са определени върхът, обемът, продължителността и времето на подеи на всяка висока вълна. Направена е оценка на максималния дневен приток в язовира по години като стойностите му варират от 9 до 690 м³/сек за периода 1970-2007 г. Особено впечатление прави 2005 г., в която вследствие на интензивен валеж в месец август се е формирал дневен приток в яз. Тополница от 655.9 м³/сек. На фиг. 5 е показано изменението на обема на яз. Тополница, притока и разхода в месец август 2005 г. Ясно се вижда, че подеиът на високата вълна е стръмен и върхът е настъпил за 36 часа, при което язовирът е повишил експлоатационното си водно ниво и е прелял

Максималният дневен приток в месец август е моделиран в почасова висока вълна с връх 690 м³/сек и обем 145 млн. м³, както е показано на фиг. 6. В тази година е регистриран максимален дневен приток в месеците октомври – 102.8 м³/сек, юни – 85.3 м³/сек и май – 66 м³/сек.



Фиг. 5



Фиг. 6

Съставена е редица от абсолютните годишни максимални водни количества, това е редица от върховете на годишните високи вълни, моделирани за периода 1970-2007 г., която е представена в табл. 1.

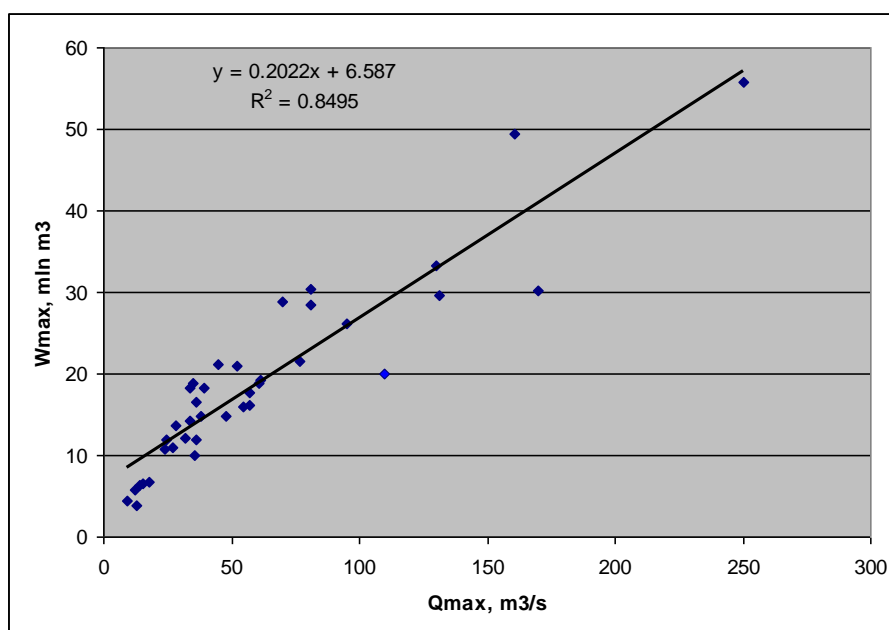
Табл. 1

Година	Месец	Q max, m3/s	Година	Месец	Q max, m3/s	Година	Месец	Q max, m3/s	Година	Месец	Q max, m3/s
1970	7	35.5	1980	5	70	1990	4	15.2	2000	4,5	33.5
71	3	130	81	5	76.4	91	5	32	1	5	13
72	10	161	82	4	45	92	4	57	2	12	57
73	4	81	83	6	81	93	5	9	3	4	36
74	3	36.5	84	4	35	94	5	12.5	4	6	14.1
75	7	95	85	5	24.2	95	5	60.5	5	8	690/110
76	6	131	86	2	61.4	96	2	48	6	3	250
77	2	39.5	87	3,4	54.4	97	4	24.5	7	11	170
78	4	34	88	4	28.1	98	2	52			
79	5	38	89	4,5	17.8	99	3	27			

- Съставя се емпирична корелативна зависимост $W_{i \max} = f(Q_{i \max})$, като се изчислява коефициентът на корелация, който показва наличие или

отсъствие на добра корелация;

Анализът на хидроложката редица на Q_{\max} показва, че притокът, формиран през август на 2005 г. в яз. Тополница се отличава съществено от останалите членове на редицата, Това е приток с очевидно много по-малка вероятност от около 2%, колкото е емпиричната й стойност като член на 38 годишната редица. Затова то е изключен от нея като в тази година за попълване на редицата е показана следващата по стойност вълна с връх $110 \text{ m}^3/\text{s}$. На фиг. 7 е представена корелацията между абсолютния максимален годишен приток в язовира, моделиран във формата на ВВ и неговия обем - $W_{\max} = f(Q_{\max}) = 0,2022Q_{\max} + 6,57$ при коефициент на корелация 0.85. Корелацията е валидна при $Q_{\max} \geq 9 \text{ m}^3/\text{s}$.



Фиг. 7

3. Определяне на редицата на абсолютните максимални годишни водни количества от данните за дневния баланс на язовира

Съставя се хидроложката редица на абсолютните максимални водни количества въз основа на дневния приток в язовира. Проверява се дали периодът на наблюденията върху максималния отток е достатъчно дълъг, така че да позволява статистически изчисления с достатъчна точност. Достатъчно условие е, ако средноквадратичната грешка на средномногогодишната стойност на Q_{\max} е по-малка или равна на 10% и съответно средноквадратичната грешка на коефициента на вариация C_v е по-малка или равна на 20%. В случай, че не е изпълнено това условие трябва да се удължи редицата.

Изчислителните стойности на максималния отток се определят като ординати на кривата на обезпеченост. За целта се определят средномногогодишната стойност на Q_{\max} и съответно коефициентите на вариация C_v и асиметрия C_s , както следва:

$$(1) \quad Q_{\max cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{i, \max}$$

$$(2) \quad C_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}, \text{ където}$$

$$(3) \quad k_i = \frac{Q_{\max i}}{Q_{\max cp}}, \quad n \text{ е броят на членовете на редицата.}$$

За яз. Тополница са съставени две редици на абсолютния годишен максимален приток, като единствената разлика е в стойността на максималния приток в 2005 г., когато е формиран екстремно голям приток от 690 м³/сек. Редицата с включване на тази стойност за Q_{\max} се оказва с недостатъчна дължина тъй като средноквадратичната грешка на средната ѝ стойност и на коефициента на вариация се оказаха по-големи от допустимите стойности, съответно 10% и 20%. Това е още една индикация, че тази стойност на Q_{\max} излиза вън от дължината на тази редица. Наложил се изключването на тази висока вълна и заместването ѝ със следващата по-стойност Q_{\max} в същата година висока вълна с връх от 110 м³/сек. Тогава хидроложка редица се оказва с достатъчна дължина по отношение на точност. В табл. 2 са показани дължината на редицата, разликата между двете редици, средномногогодишната стойност на максималния приток за всяка редица, стандартното отклонение и коефициентът на вариация.

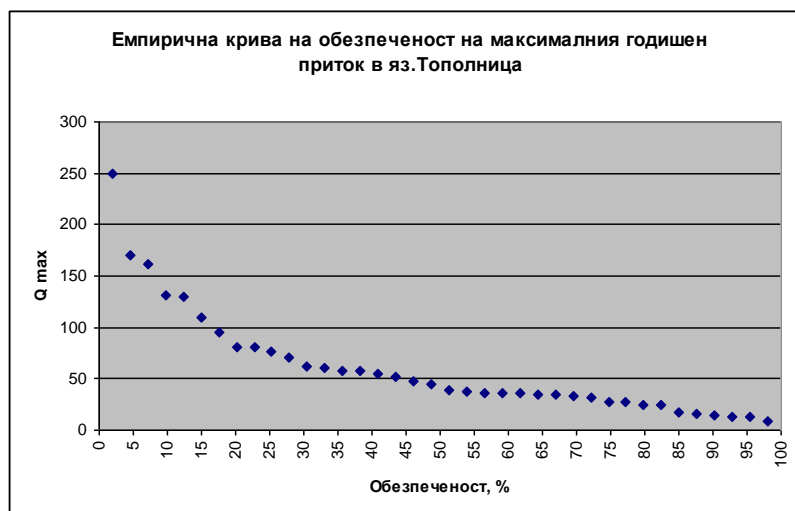
Табл. 2

N	2005 г.	Qmax, ср м ³ /с	stdv	Cv
38	690	75,7	114,1	1,5
38	110	60,4	51,2	0,8

Емпиричната крива на обезпеченост за максималния отток се изчислява по формула (4), както следва:

$$(4) \quad P = \frac{m - 0,25}{n + 0,5} \times 100 \%$$

Характерните емпирични обезпечености на максималния годишен приток в яз. Тополница са представени на фиг. 8 и в табл. 3.



Фиг. 8

Табл. 3

p, %	Q max, m3/s	p, %	Q max, m3/s	p, %	Q max, m3/s
1.95	250.00	35.71	57.00	69.48	33.50
4.55	170.00	38.31	57.00	72.08	32.00
7.14	161.00	40.91	54.40	74.68	28.10
9.74	131.00	43.51	52.00	77.27	27.00
12.34	130.00	46.10	48.00	79.87	24.50
14.94	110.00	48.70	45.00	82.47	24.20
17.53	95.00	51.30	39.50	85.06	17.8
20.13	81.00	53.90	38.00	87.66	15.2
22.73	81.00	56.49	36.50	90.26	14.1
25.32	76.40	59.09	36.00	92.86	13
27.92	70.00	61.69	35.50	95.45	12.5
30.52	61.40	64.29	35.00	98.05	9
33.12	60.50	66.88	34.00		

Теоретичната апроксимация на емпиричната крива на обезпеченост на Q_{\max} е реализирана с логнормално и трипараметрично гама разпределение. Характерните параметри на разпределенията на Q_{\max} за яз. Тополница са представени в табл. 4 и табл. 5.

Табл. 4

Теоретично разпределение	n	$\sigma_{\bar{x}, \beta}$	$\frac{\sigma_{\bar{x}, \beta}}{\bar{x}}$ %	$\sigma_{c_v, \beta}$	$\frac{\sigma_{c_v, \beta}}{c_v}$ %
Логнормално 3-параметрично	38	8,3	14	0,09	10,4
Гама 3-параметрично	38	8,3	14	0,11	14,3

Табл. 5

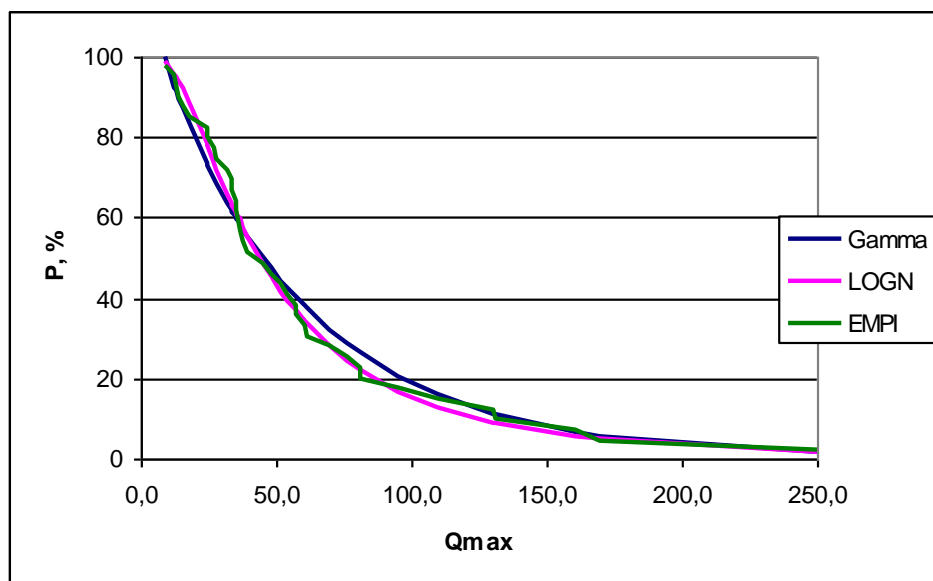
Колмогоров –Смирнов тест	Гама 3- параметрично	Логнормално 3- параметрично
P	0,783	0,975

Колкото стойността на статистическия тест Колмогоров-Смирнов е по-близо до 1 толкова по-добре теоретичната крива на разпределение описва емпиричната обезпеченост.

В табл. 6 са представени обезпеченостите на Q_{max} при различните криви на разпределение, в случая трипараметричното гама разпределение и логнормалното разпределение, а кривата на обезпеченост е дадена на фиг. 9. Логнормалното разпределение по-добре изравнява емпиричната обезпеченост на Q_{max} .

Табл. 6

N	Qmax	GAMMA %	LOGN %	N	Qmax	GAMMA %	LOGN %
1	250,0	1,42	1,65	20	39,5	55,47	55,43
2	170,0	5,63	4,77	21	38,0	57,01	57,39
3	161,0	6,57	5,46	22	36,5	58,59	59,42
4	131,0	11,05	8,81	23	36,0	59,13	60,11
5	130,0	11,24	8,96	24	35,5	59,67	60,80
6	110,0	15,92	12,72	25	35,0	60,22	61,51
7	95,0	20,69	16,84	26	34,0	61,33	62,94
8	81,0	26,46	22,23	27	33,5	61,90	63,67
9	81,0	26,46	22,23	28	32,0	63,63	65,89
10	76,4	28,69	24,43	29	28,1	68,40	71,93
11	70,0	32,13	27,96	30	27,0	69,81	73,69
12	61,4	37,43	33,68	31	24,5	73,16	77,77
13	60,5	38,03	34,36	32	24,2	73,58	78,26
14	57,0	40,48	37,14	33	17,8	83,15	88,63
15	57,0	40,48	37,14	34	15,2	87,51	92,46
16	54,4	42,40	39,37	35	14,1	89,46	93,92
17	52,0	44,27	41,57	36	13,0	91,49	95,28
18	48,0	47,56	45,55	37	12,5	92,44	95,85
19	45,0	50,21	48,80	38	9,0	100,00	98,86



Фиг. 9

В табл. 7 са представени стойностите на върха на високите вълни, определени по двата типа на разпределение за обезпеченост 5%, 2%, 1%, 0.1% и 0.01%. Логнормалното 3-параметрично разпределение при една и съща обезпеченост дава значително по-високи стойности на Q_{max} в сравнение с гама 3-параметричното разпределение, особено в областта на малките обезпечености. При високи вълни с обезпечености от 1% до 5%, които са предмет на настоящето изследване, разликите в Q_{max} са от 1% до 8%.

Табл. 7

обезп. P %	Гама 3- параметрич но	Логнормално 3- параметрично
5	176,835	166,789
2	230,109	234,17
1	270,549	293,868
0,1	405,421	556,677
0,01	540,779	943,526

Стойността на обема W_p на ВВ за приета годишна вероятност на превишение $p\%$ на максималния годишен приток Q_{max} в язовира се изчислява от емпиричната корелативна зависимост $W_{max} = f(Q_{max})$.

4. Определяне на хидрографа на ВВ

Моделният хидрограф (формата) на максималния приток в язовира се определя чрез осредняване на подбрани хидрографи на характерни наблюдавани или моделирани високи вълни с висока стойност на върха на ВВ Q_{max} .

Тези високи вълни се представят в безразмерен вид, като по абсцисната ос се нанася времето на развитие на високата вълна отнесено към времетраенето τ , а по ординатната ос – съответното $Q_{max,i}$ към стойността на

върха на високата вълна. Високите вълни, нанесени по този начин мигрират във върха, поради различното времетраене на времето за подем и дават възможност по-трудно да се оцени вида на хидрографа. Затова относителният хидрограф на моделираните високи вълни се представя по друг начин – като по абсцисната ос се нанася t_i/t_p , където това е отношение на времето на развитие на високата вълна към времето на подем. Представени така, ВВ позволяват определяне на хидрографа.

Реалните параметри на хидрографа на високата вълна с връх на високата вълна със зададена характерна обезпеченост се получава по следния начин:

- Задава се върхът с обезпеченост $p\%$ - 0.01%, 0.1%, 1%, 2% и 5%;
- От емпиричната корелативна връзка се определя съответстващият на върха обем на високата вълна;
- Изчислява се общото времетраене на вълната в часове по следната зависимост, при триъгълников моделен хидрограф, като W е в млн.м³, а Q – в м³/с:

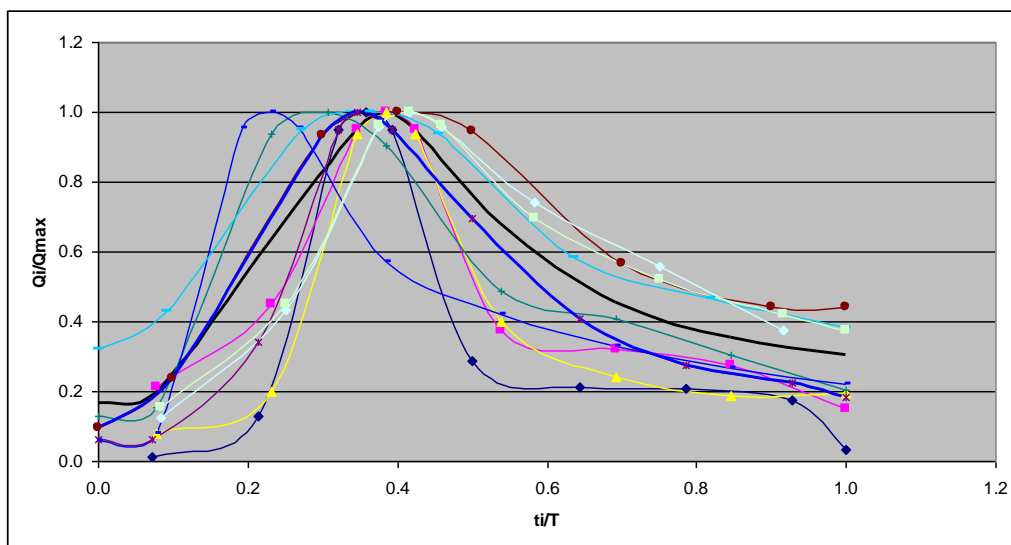
$$(5) \quad T = \frac{2W}{Q} \times \frac{10^6}{3600}, \text{ в часове,}$$

За яз. Тополница моделният хидрограф е определен чрез осредняване на 11 броя подбрани най-големи наблюдавани високи вълни от моделираните 38, параметрите, на които са представени в табл. 8. Основните параметри са: връх и обем на високата вълна, общо времетраене на високата вълна и време на подем в часове.

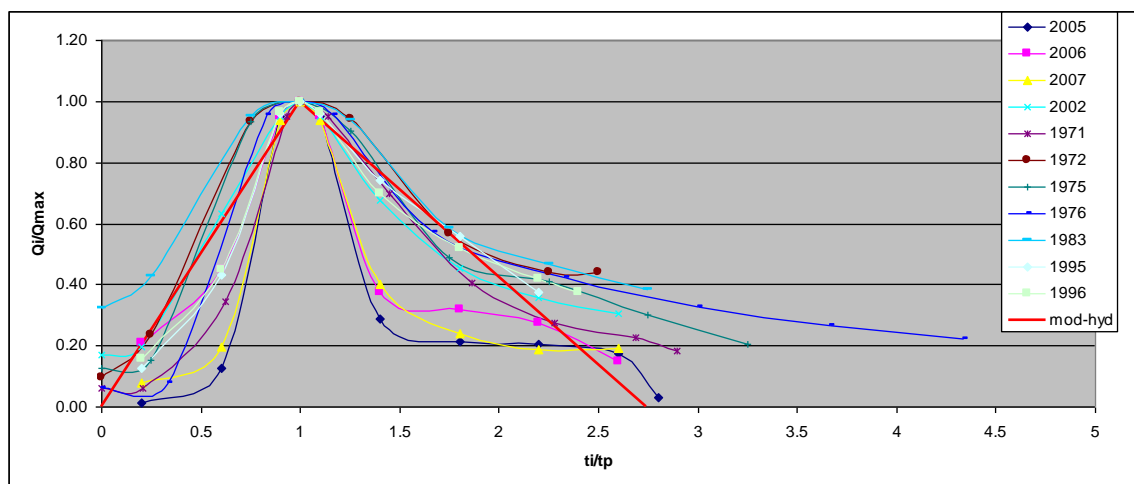
Табл. 8

Година	Месец	Q max, m3/s	W max, mln m3	T, часове	tp, часове
1971	3	130	33.3	168	60
1972	10	161	49.5	120	48
1975	7	95	26.2	144	42
1976	6	131	29.7	144	36
1983	6	79	28.5	144	48
1995	5	60	18.8	144	60
1996	2	46.3	14.9	144	60
2002	12	57	16.1	144	60
2005	8	690	144.9	168	60
2006	3	250	55.8	144	60
2007	11	170	30.1	144	60

Тези характерни високи вълни за яз. Тополница са представени в безразмерен вид съответно на фиг. 10 и на фиг. 11.



Фиг. 10



Фиг. 11

Високите вълни, представени по този начин, позволяват моделиране на хидрографа на високата вълна, в случая – форма на триъгълник с отношение на осредненото време на подем към осредненото общо времетраене както 0.36/1 при осреднена продължителност на моделираната висока вълна 149 часа и осреднено време за подем – 54.36 часа. На фиг. 11 с червен цвят е представен хидрографът на моделираната висока вълна в безразмерен вид.

Реалните параметри на хидрографа на високата вълна с връх на високата вълна със зададена характерна обезпеченост се получава по следния начин:

- Задава се върхът с обезпеченост $p\%$ - 0.01%, 0.1%, 1%, 2% и 5%, както е показано в табл. 9
- От емпиричната корелативна връзка се определя съответстващият на върха обем на високата вълна, табл. 9;

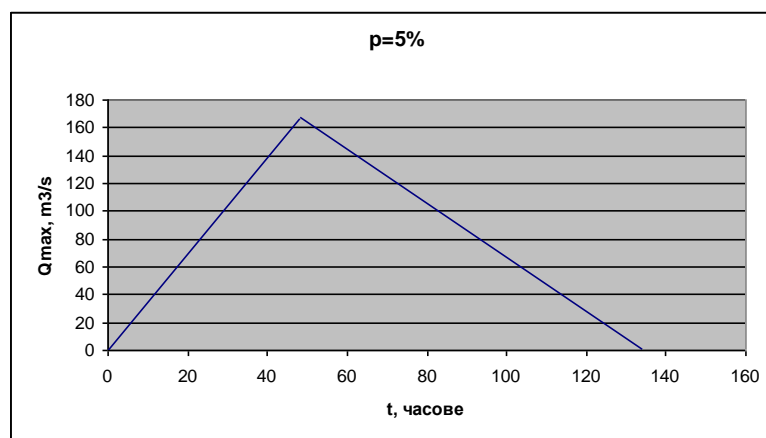
Табл. 9

обезп. Р %	Qmax, м3/с- Логнормално 3- параметрично	Wmax mln м3	T часове	tp часове
5	166.789	40.31	134.27	48.34
2	234.17	53.94	127.96	46.07
1	293.868	66.01	124.79	44.92
0.1	556.677	119.15	118.91	42.81
0.01	943.526	197.37	116.21	

Изчислява се общото времетраене на вълната в часове. В случая с яз. Тополница с намаляване на обезпечеността се намалява и времетраенето на ВВ, което е следствие от емпиричната корелативна зависимост между върха на ВВ и нейния обем. Това може да се избегне с корелацията, ако данните предоставят такава възможност.

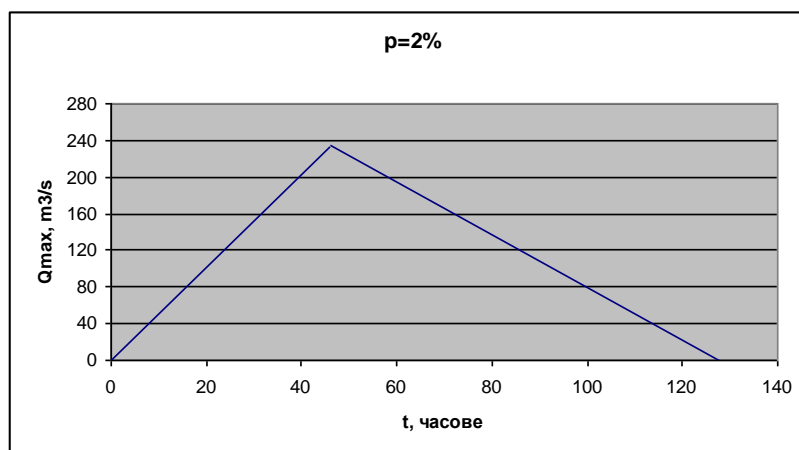
В резултат на проведеното изследване са моделирани следните, интересни за определяне на свободния обем в яз. Тополница, високи вълни:

- При 5% обезпеченост – фиг. 12;



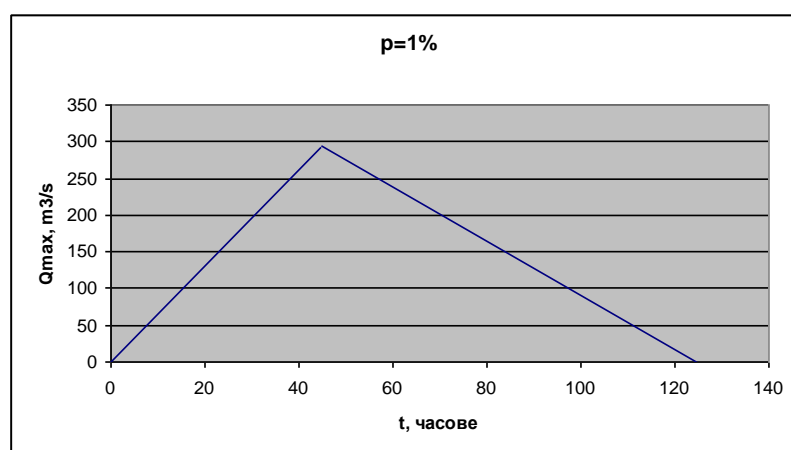
Фиг. 12

- При 2% обезпеченост – фиг. 13;



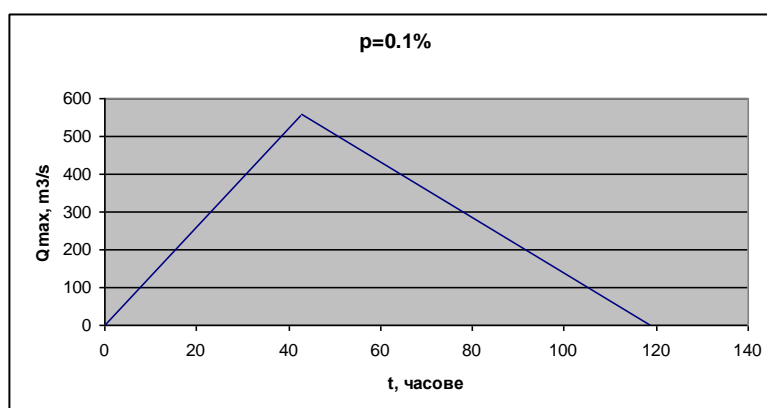
Фиг. 13

- При 1% обезпеченост – фиг. 14;



Фиг. 14

- При 0.1% обезпеченост – фиг. 15.



Фиг. 15

5. Заключение

Изчислението на максималния отток е най-добре да се прави при наличие на данни от дългогодишни качествени хидрометрични наблюдения и измервания на максималния отток в хидрометричен створ близо до изследвания участък от речната мрежа.

При липса на такива данни за максималния отток са разработени и представени способите, по които от данните за дневния баланс на язовира се извличат данните за абсолютните годишни максимуми и обеми на моделираните високи вълни.

Построени са емпиричната и теоретичната криви на обезпечеността на абсолютните максимални годишни водни количества, с помощта, на които се оценява необходимия свободен обем в язовира за цялостно или частично поемане на очаквана висока вълна с характерна обезпеченост на вълната и на обезпечеността на вълната, която може да бъде поета от свободния обем в язовира.

Проведеното изследване е подробно визуализирано и онагледено с данни за трансформацията на дневния баланс на яз. Тополница за периода 1970-2007 г. във високи вълни посредством определянето на максималния годишен приток в язовира. Определени са параметрите на характерни по обезпеченост високи вълни, за които трябва да се освобождава обем в язовира за пълното или за частичното им регулиране.