

## ОЦІНКА ПРИПЛИВУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІДКІСНОЇ ЙМОВІРНОСТІ ПЕРЕВИЩЕННЯ ДО ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ

Обґрунтовано і реалізовано розрахункову схему визначення можливих відміток води у Хаджибейському лимані за умов одночасного проходження весняних водопіль і дощових паводків рідкісної ймовірності перевищення у багаторічному періоді.

**Ключові слова:** паводки рідкісної ймовірності перевищення, розрахункові відмітки води, Хаджибейський лиман

**Вступ.** У зв'язку з інтенсивним скиданням трансформованих стічних вод зі станції біологічного очищення «Північна» м. Одеси рівень води у Хаджибейському лимані на сьогодні досяг критичної позначки, яка на 2,2 м перевищує рівень моря.

Території, що прилягають до лиману (за стометровою охоронною межею), зайняті сільськогосподарськими угіддями, населеними пунктами, промисловими об'єктами, транспортна магістраль розташована у безпосередній близькості до берегової лінії, тому ситуація створює небезпеку руйнування та переливу води через дамбу, яка знаходиться у незадовільному стані, та затоплення цих територій.

Слід зазначити, що гідрологічна мережа спостережень в басейнах Причорноморських лиманів майже відсутня, а існуюча нормативна база в галузі максимального стоку (СНіП 2.01.14-83) не дозволяє з достатньою надійністю визначити максимальні витрати і шари стоку під час проходження весняних водопіль і дощових паводків рідкісної ймовірності перевищення у багаторічному періоді.

**Метою роботи** є розробка і доведення до практичного використання методу розрахунку припливу поверхневих вод весняних водопіль та дощових паводків рідкісної ймовірності перевищення (наприклад, при  $P=1\%$ ) до Хаджибейського лиману, оцінки рівневого режиму за таких умов у багаторічному періоді.

**Методи і результати дослідження.**

**Розрахункові характеристики весняного водопілля забезпеченістю  $P=1\%$ .**

Для періодів весняного водопілля можна записати балансове рівняння (у мм) [1]

$$Y = (S_m + X) \eta_v, \quad (1)$$

де  $Y$  – шар стоку весняного водопілля;

$S_m$  – максимальні запаси води у сніговому покриві перед початком весняного водопілля, мм;

$X$  - кількість дощових опадів у період весняного водопілля (від дати  $S_m$  до закінчення водопілля), причому за [1]

$$X = 8.0 + 8.1 \lg(F + 1); \quad (2)$$

$F$  – площа водозбору, км<sup>2</sup>;

$\eta_v$  - коефіцієнт стоку весняного водопілля.

За довільної ймовірності перевищення  $P\%$  рівняння (1) набуде вигляду

$$Y_p = (S_0 + X_0) k_p \eta_v, \quad (3)$$

де  $Y_p$  - шар стоку весняного водопілля забезпеченістю  $P\%$ , мм;

$S_0$  - середній багаторічний шар снігозапасів перед початком весняного водопілля, мм;

$X_0$  - середня багаторічна кількість опадів за період водопілля, мм;

$k_p = f\left(C_v; \frac{C_s}{C_v}\right)$  - модульний коефіцієнт забезпеченістю  $P\%$ ;

$C_v$  - коефіцієнт варіації складової  $(S_m + X)$ ;

$C_s/C_v$  - нормоване співвідношення між коефіцієнтами асиметрії і варіації цієї складової, яке за дослідженнями [1] в межах Причорноморської низовини становить 3.5.

Коефіцієнт варіації  $C_v$  узагальнено по території Причорномор'я у вигляді емпіричної залежності

$$C_v = 0.60 + 0.53(S_0 - 20) \cdot 10^{-2}. \quad (4)$$

За карто-схемою середньобагаторічних величин максимальних запасів води у сніговому покриві перед початком весни на півдні України, величина снігозапасів  $S_0$  у басейні лиману Хаджибей становить 25 мм. Таким чином, коефіцієнт варіації  $C_v$  при  $S_0 = 25$  мм (станом на 2000 р.) буде дорівнювати 0,63. За таблицею трипараметричного гама-розподілу [2] для розрахункової забезпеченості  $P=1\%$  модульний коефіцієнт  $k_{1\%} = f\left(C_v = 0.63; \frac{C_s}{C_v} = 3.5\right) = 3.26$ .

Кількість опадів  $X_0$  на водозборі лиману, площа якого становить  $2700 \text{ км}^2$ , відповідно з (2), буде становити 36 мм. Коефіцієнт стоку  $\eta_e$  при  $F=2700 \text{ км}^2$  дорівнює 0.20 [3]. Якщо тепер усі складові балансового рівняння підставити в (3), то отримаємо шар стоку  $Y_{1\%}$  (мм) з водозбору лиману Хаджибей (табл.1), тобто

$$Y_{1\%} = (25 + 36) \cdot 3.26 \cdot 0.20 = 40 \text{ мм} \quad (5)$$

Таблиця 1 – Розрахунок шару стоку весняного водопілля 1%-ї ймовірності перевищення в басейні Хаджибейського лиману

$S_0$ , мм	$X_0$ , мм	$k_{1\%}$	$(S_0 + X_0) k_{1\%}$ , мм	$\eta_e$	$Y_{1\%}$ , мм
25	36	3.26	199	0.20	40

Щоб перерахувати  $Y_{1\%}$  з водозбору до збільшення рівня води у лимані  $\Delta H$ , необхідно скористатись співвідношенням

$$\Delta H = Y_{1\%} \cdot \frac{F}{F_{\partial z}}, \quad (6)$$

де  $\Delta H$  - приріст рівнів води у лимані від поверхневих вод;

$F_{\partial z}$  - площа водної поверхні лиману Хаджибей у той чи інший проміжок часу.

Розрахунок приросту рівнів води у лимані від тало-дощових вод  $\Delta H$  при проходженні весняного водопілля 1%-ої ймовірності перевищення (на прикладі 2006 р.) ведеться, користуючись такими вихідними даними, як:  $Y_{1\%} = 40$  мм (табл.1),  $F = 2700$  км<sup>2</sup> і  $F_{\text{дз}} = 113$  км<sup>2</sup>. Площа дзеркала водойми  $F_{\text{дз}}$  отримана за кривою площ водної поверхні лиману  $F_{\text{дз}} = f(H)$  (рис.1) при рівні води в лимані на початок водопілля 2006 р. – за середньомісячним рівнем води по с.Усатове у лютому цього року ( $H_{02} = 424$  см = 1.37 м БС). За допомогою (6) отримаємо

$$\Delta H = 40 \cdot (2700/113) = 956 \text{ мм} = 0.96 \text{ м} . \quad (7)$$

Крім  $\Delta H = 0.96$  м, необхідно також врахувати й ті опади  $X_{1\%}$ , які випадуть безпосередньо на водну поверхню лиману в період проходження весняного водопілля, причому

$$X_{1\%} = (X_0)k_{1\%} = 36 \cdot 3.26 = 117 \text{ мм} = 12 \text{ см} = 0.12 \text{ м}, \quad (8)$$

а також й величину випаровування з водної поверхні  $E$ , яка в даному прикладі прийнята як спостережена величина для квітня 2006 р. (за ст. Болград) і дорівнює  $E = 59.6$  мм = 0.0596 м.

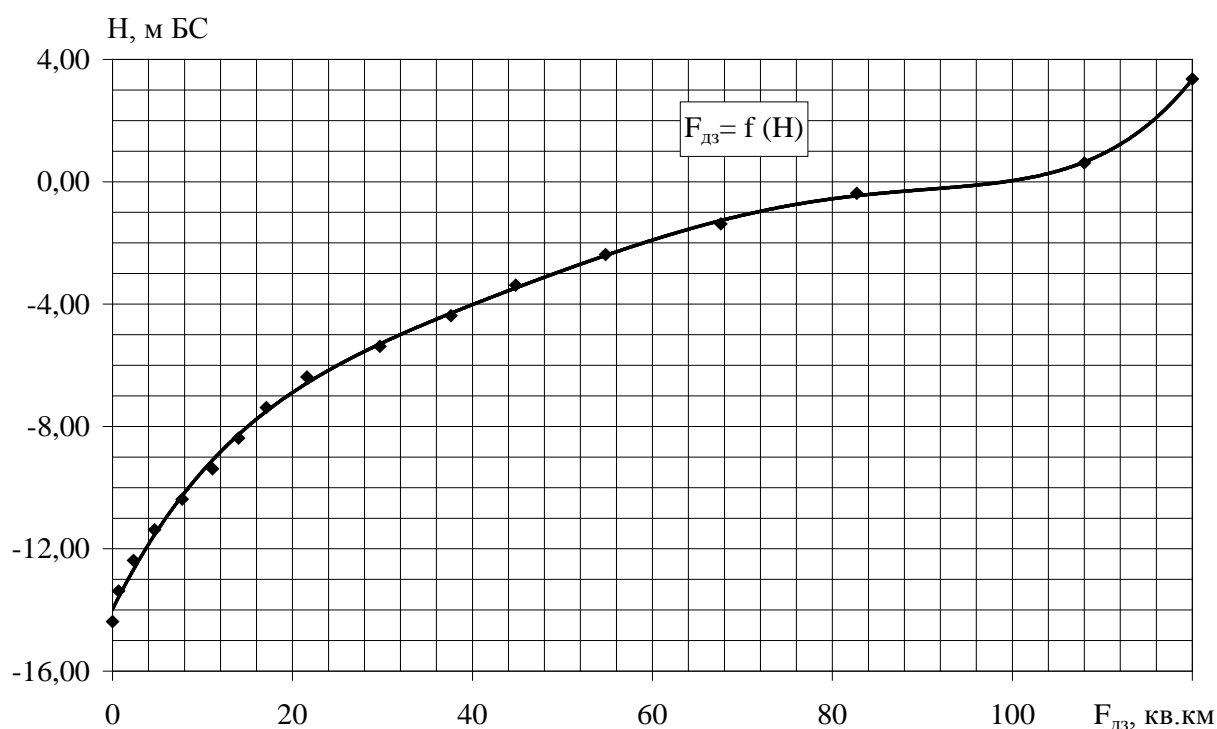


Рис. 1 – Крива площі водної поверхні Хаджибейського лиману,  $F_{\text{дз}} = f(H)$  (за даними батиметричної зйомки у липні 2009 р.).

Таким чином, за наведеним прикладом величина підвищення рівнів води у лимані  $\Delta H_{1\%}$  буде складати:

$$\Delta H_{1\%} = \Delta H + X_{1\%} - E = 95.6 + 12 - 5.96 = 101 \text{ см} = 1.01 \text{ м}, \quad (9)$$

де  $\Delta H$  - приріст рівня води в лимані за рахунок припливу до нього поверхневих тало-дощових вод 1%-ї ймовірності перевищення;

$X_{1\%}$  - розрахункові опади забезпеченістю  $P=1\%$ , що випадають на водну поверхню лиману під час весняного водопілля;

$E$  – випаровування з водної поверхні лиману за період водопілля.

Для того, щоб встановити рівень води в лимані  $H_{1\%}$ , необхідно здійснити наступні алгебраїчні розрахунки:

- при  $H$  у см над «0» графіка поста

$$H_{1\%} = H_{II} + \Delta H_{1\%} = 424 + 101 = 525 \text{ см}; \quad (10)$$

- при  $H$  у м БС

$$H_{1\%} = [H_{II} + (-2.87)] + \Delta H_{1\%} = [4.24 + (-2.87)] + 1.01 = 2.38 \text{ м БС}, \quad (11)$$

де  $H_{1\%}$  - максимальний рівень води в лимані в період весняного водопілля забезпеченістю  $P=1\%$ ;

$H_{II}$  – рівень води у лимані на початок весняного водопілля, наприклад, у лютому 2006 р.  $H_{02} = 424$  см або 4.24 м;

$\Delta H_{1\%}$  - величина сумарного підвищення рівнів води в лимані при проходженні весняного водопілля забезпеченістю  $P=1\%$ ;

-2.87 м БС - відмітка «0» графіка поста.

За схемою, що запропонована, для басейну Хаджибейського лиману виконані розрахунки приросту рівнів води у лимані від повеневих вод та можливі значення відміток води у ньому за умови виникнення водопіль рідкісної ймовірності перевищення у багаторічному періоді (табл. 2 та рис.2).

Таблиця 2 – Розрахунок максимального рівня води весняного водопілля 1%-ї ймовірності перевищення в басейні лиману Хаджибей

Роки	$H_{02}$ , см	$F_{03}$ , км <sup>2</sup>	$F/F_{03}$	$\Delta H$ , см	$X_{1\%}$ , см	$E_{04}$ , см	$\Delta H_{1\%}$ , см	$H_{1\%}$ , см	$H_{1\%}$ , м БС
1971	304	115	23.5	94	12	8.00	98	402	1.15
1972	281	99	27.3	109	12	12.20	109	390	1.03
1973	280	99	27.3	109	12	5.90	115	395	1.08
1974	302	105	25.7	103	12	6.50	108	410	1.23
1975	350	109	24.8	99	12	7.20	104	454	1.67
1976	351	109	24.8	99	12	6.60	104	455	1.68
1977	394	111	24.3	97	12	5.20	104	498	2.11
1978	393	111	24.3	97	12	5.60	103	496	2.09
1979	387	111	24.3	97	12	6.20	103	490	2.03
1980	401	113	23.9	96	12	5.20	102	503	2.16
1981	434	114	23.7	95	12	6.60	100	534	2.47
1982	437	114	23.7	95	12	5.70	101	538	2.51
1983	444	114	23.7	95	12	8.30	98	542	2.55
1984	423	113	23.9	96	12	6.70	101	524	2.37
1985	460	115	23.5	94	12	7.40	98	558	2.71
1986	467	115	23.5	94	12	9.00	97	564	2.77

Продовження табл.2

Роки	$H_{02}$ , см	$F_{03}$ , км <sup>2</sup>	$F/F_{03}$	$\Delta H$ , см	$X_{1\%}$ , см	$E_{04}$ , см	$\Delta H_{1\%}$ , см	$H_{1\%}$ , см	$H_{1\%}$ , м БС
1987	474	115	23.5	94	12	6.90	99	573	2.86
1988	455	114	23.7	95	12	6.00	100	555	2.68
1989	476	115	23.5	94	12	6.60	99	575	2.88
1990	470	115	23.5	94	12	1.90	104	574	2.87
1991	469	115	23.5	94	12	6.10	100	569	2.82
1992	464	115	23.5	94	12	7.00	99	563	2.76
1993	456	115	23.5	94	12	5.60	100	556	2.69
1994	447	114	23.7	95	12	7.70	99	546	2.59
1995	470	115	23.5	94	12	6.80	99	569	2.82
1996	476	116	23.3	93	12	5.80	99	575	2.88
1997	430	114	23.7	95	12	5.50	101	531	2.44
1998	476	116	23.3	93	12	7.00	98	574	2.87
1999	452	114	23.7	95	12	5.40	101	553	2.66
2000	455	114	23.7	95	12	6.90	100	555	2.68
2001	464	115	23.5	94	12	6.00	100	564	2.77
2002	470	115	23.5	94	12	5.80	100	570	2.83
2003	486	116	23.3	93	12	7.80	97	583	2.96
2004	472	115	23.5	94	12	6.20	99	571	2.84
2005	448	115	23.5	94	12	6.77	99	547	2.60
2006	424	113	23.9	96	12	5.96	101	525	2.38
2007	400	112	24.1	96	12	8.07	100	500	2.13
2008	359	109	24.8	99	12	6.59	104	463	1.76
2009	373	110	24.5	98	12	6.59	103	476	1.89
2010	389	112	24.1	96	12	6.59	102	491	2.04
2011	426	113	23.9	96	12	6.59	101	527	2.40
2012	433	114	23.7	95	12	6.59	100	533	2.46
2013	447	114	23.7	95	12	6.59	100	547	2.60
2014	441	114	23.7	95	12	6.59	100	541	2.54

Так, за призначеною проектною відміткою дамби Хаджибейського лиману (плюс 3.1 м БС), в деякі роки (1987,1989 і 1990,1996,1998, 2003 і 2004 рр.) при проходженні катастрофічно високих весняних водопіль 1%-ї ймовірності перевищення  $H_{1\%}$ , рівні води у лимані майже досягли критичної відмітки дамби (див.рис.2). В такі роки критичне підвищення рівнів води в лимані може бути небезпечним і призвести до переливу води, руйнування дамби і затоплення автомобільної дороги та прилеглих територій.

**Розрахункові характеристики дощових паводків забезпеченістю  $P=1\%$ .**

Надходження поверхневих вод до лиману під час дощових паводків у цілому розраховується за схемою, яка аналогічна водопіллю. Головне завдання при цьому полягає у визначення  $Y_p$ . У Причорномор'ї високі паводки, як правило, формуються завдяки короточасних зливах з великою інтенсивністю та кількістю опадів за дощ. У середньому на території півдня України найбільші річні зливи супроводжуються опадами з  $X_0 = 39.7$  мм [4].

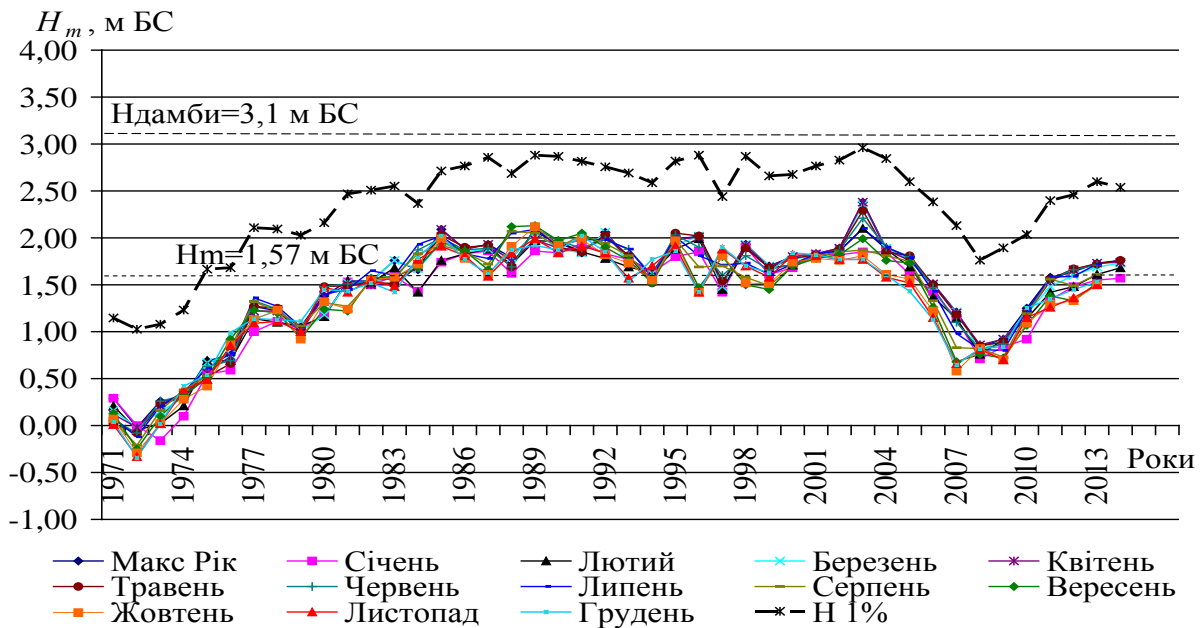


Рис. 2 – Багаторічний хід максимальних за місяць ( $H_m$ ) та розрахункових максимальних рівнів води весняного водопілля ( $H_{1\%}$ ) в лимані Хаджибей (при  $P=1\%$ ).

Просторове узагальнення часових рядів зливових опадів, за даними 72 метеорологічних станцій у межах Причорномор'я (55.6% мають ряди спостережень у діапазоні від 31-40 років), дало змогу авторам [4] оцінити й інші статистичні параметри розподілу. Зокрема, значення коефіцієнтів варіації добових опадів  $C_v$  варіюють у діапазоні від 0.29 (ст. Коротне, Чадир-Лунга) до 0.61 і 0.76 (Генічеськ, Каушани), а коефіцієнти асиметрії  $C_s$  – від 0.31 (ст. Велика Олександрівка) до 8.3 (ст. Коблеве). В середньому коефіцієнт варіації опадів  $C_v$  дорівнює 0.42, а співвідношення  $C_s/C_v = 3.0$ .

Розрахункові опади забезпеченістю  $P=1\%$ , таким чином, можна визначити за співвідношенням

$$(X_{\partial})_{1\%} = X_{\partial} \cdot k_{1\%}, \quad (12)$$

де  $(X_{\partial})_{1\%}$  - паводкоформуєчі опади забезпеченістю  $P=1\%$ ;

$$k_{1\%} = f\left(C_v = 0.42; \frac{C_s}{C_v} = 3.0\right) = 2.34.$$

Для басейну лиману Хаджибей

$$(X_{\partial})_{1\%} = 39.7 \cdot 2.34 = 92.9 \text{ мм} = 9.3 \text{ см}. \quad (13)$$

Слід зазначити, що ураховуючи порівняно короткі ряди спостережень за опадами, у роботі [4] здійснене уточнення відповідних величин паводочного стоку, які одержані різними методами при їх статистичній обробці, на рівні 92-96 мм. По максимумах добових опадів уся територія Півдня України віднесена до одного району. Це дало змогу авторам [4] для випадку одиницьових квантилів добових опадів із

застосуванням кривої забезпеченості забезпеченостей обґрунтувати  $(X_{\partial})_{1\%}$  на рівні 100 мм.

Щоб визначити шар стоку  $Y_{1\%}$ , маючи  $(X_{\partial})_{1\%}$ , необхідно врахувати нерівномірність просторового розповсюдження опадів і втрати їх на поверхневе затримання та інфільтрацію. Загальна закономірність полягає в тому, що просторова нерівномірність опадів і сумарні їх втрати в цілому залежать від розмірів водозборів. Тому досить часто ці характеристики паводкоутворення на річкових водозборах відображають за допомогою збірного параметра  $\eta_{\partial}$ . Тоді

$$Y_{1\%} = (X_{\partial})_{1\%} \cdot \eta_{\partial}. \quad (14)$$

Для досліджуваного регіону коефіцієнт  $\eta_{\partial}$  можна прийняти на рівні 0.29 [3]. Розрахунковий шар стоку, за (14), буде становити

$$Y_{1\%} = 100 \cdot 0.29 = 29 \text{ мм}. \quad (15)$$

Якщо прийняти умови, що дощовий паводок виняткової ймовірності утворився, наприклад, у травні місяці 2006 р., тобто співпав з рівнями води весняного водопілля 1% ймовірності, то можливе додаткове збільшення рівнів води у лимані за рахунок дощового паводку  $\Delta H_{\partial}$  при  $P=1\%$  буде дорівнювати

$$\Delta H_{\partial} = Y_{1\%} \frac{F}{F_{\partial 3}} = 29(2700/117) = 669 \text{ мм} = 0.67 \text{ м}, \quad (16)$$

де площа водної поверхні лиману  $F_{\partial 3} = 117 \text{ км}^2$ , отримана за кривою  $F_{\partial 3} = f(H)$ , за максимальним рівнем води весняного водопілля виняткової ймовірності  $H_{1\%} = 525 \text{ см} = 2.38 \text{ м БС}$  (див. табл.2 та рис.1 крива площ).

Безпосередньо на водну поверхню лиману надійде опадів  $X_{1\%} = 10 \text{ см}$  або 0.10м. Таким чином, сумарне збільшення рівнів води у лимані при проходженні дощового паводку забезпеченістю  $P=1\%$  ( $\Delta H_{\partial 1\%}$ ) буде становити:

$$\Delta H_{\partial 1\%} = \Delta H_{\partial} + X_{1\%} = 66.9 + 10 = 76.9 \text{ см} = 0.77 \text{ м}, \quad (17)$$

де  $\Delta H_{\partial}$  - додатковий приріст рівня води в лимані за рахунок припливу до нього поверхневих дощових вод забезпеченістю  $P=1\%$ ;

$X_{1\%}$  - розрахункові опади забезпеченістю  $P=1\%$ , які випадають на водну поверхню лиману під час дощового паводку.

Приймаючи до уваги, що схиловий приплив під час зливових опадів у степовій зоні знаходиться у межах 2-5 годин, то слід сподіватись, що можливий катастрофічний збіг обставин, коли у квітні-травні на високі рівні води у лимані будуть накладатись додаткові надходження за рахунок дощових опадів. Враховуючи, що такий дощовий паводок має незначну тривалість, в розрахункову схему не введена величина випаровування з водної поверхні лиману  $E$ .

Для того, щоб встановити рівень води в лимані  $H_{\text{Тд } 1\%}$  при проходженні тало-дощового стоку забезпеченістю  $P=1\%$ , тобто коли на максимальні рівні води весняного водопілля 1%-ї ймовірності настання буде накладатись дощовий паводок такої ж

ймовірності ( $P=1\%$ ), необхідно здійснити наступні алгебраїчні розрахунки (на прикладі 2006 р. - табл.3):

- при  $H$  у см над «0» графіка поста

$$H_{\text{ТД } 1\%} = H_{1\%} + \Delta H_{01\%} = 525 + 76.9 = 602 \text{ см}; \quad (18)$$

- при  $H$  у м БС

$$H_{\text{ТД } 1\%} = [H_{1\%} + (-2.87)] + \Delta H_{01\%} = [5.25 + (-2.87)] + 0.77 = 3.15 \text{ м БС}; \quad (19)$$

де  $H_{\text{ТД } 1\%}$  - максимальний рівень води в лимані за рахунок тало-дощового стоку води в період весняного водопілля і дощового паводку забезпеченістю  $P=1\%$ ;

$H_{1\%}$  - рівень води у лимані при проходженні весняного водопілля забезпеченістю  $P=1\%$ , що дорівнює 525 см або 5.25 м (2.38 м БС);

$\Delta H_{01\%}$  - величина сумарного підвищення рівнів води в лимані при проходженні дощового паводку забезпеченістю  $P=1\%$ ;

-2.87 м БС - відмітка «0» графіка поста у Хаджибейському лимані.

Таблиця 3 – Розрахунок максимального рівня води тало-дощового паводку виняткової 1%-ї ймовірності перевищення в басейні лиману

Роки	$H_{1\%}$ , м БС	$F_{03}$ , км <sup>2</sup>	$F/F_{03}$	$\Delta H_{0}$ , см	$(X_0) 1\%$ , см	$\Delta H_{01\%}$ , см	$H_{\text{ТД } 1\%}$ , см	$H_{\text{ТД } 1\%}$ , м БС
1971	1.15	113	23.9	69.3	10	79.3	481	1.94
1972	1.03	112	24.1	69.9	10	79.9	470	1.83
1973	1.08	113	23.9	69.3	10	79.3	474	1.87
1974	1.23	113	23.9	69.3	10	79.3	489	2.02
1975	1.67	114	23.7	68.7	10	78.7	532	2.45
1976	1.68	114	23.7	68.7	10	78.7	534	2.47
1977	2.11	116	23.3	67.5	10	77.5	575	2.88
1978	2.09	116	23.3	67.5	10	77.5	574	2.87
1979	2.03	116	23.3	67.5	10	77.5	567	2.80
1980	2.16	117	23.0	66.8	10	76.8	580	2.93
1981	2.47	118	22.9	66.3	10	76.3	610	3.23
1982	2.51	118	22.8	66.2	10	76.2	614	3.27
1983	2.55	118	22.8	66.2	10	76.2	618	3.31
1984	2.37	118	23.0	66.6	10	76.6	600	3.13
1985	2.71	119	22.7	65.8	10	75.8	634	3.47
1986	2.77	119	22.7	65.8	10	75.8	639	3.52
1987	2.86	119	22.7	65.7	10	75.7	648	3.61
1988	2.68	119	22.7	65.9	10	75.9	631	3.44
1989	2.88	119	22.6	65.6	10	75.6	651	3.64
1990	2.87	119	22.6	65.6	10	75.6	649	3.62
1991	2.82	119	22.7	65.7	10	75.7	644	3.57
1992	2.76	119	22.7	65.8	10	75.8	638	3.51
1993	2.69	119	22.7	65.9	10	75.9	632	3.45
1994	2.59	119	22.8	66.1	10	76.1	622	3.35
1995	2.82	119	22.7	65.7	10	75.7	645	3.58



Продовження табл.3

Роки	$H_{1\%}$ , м БС	$F_{\partialз}$ , км <sup>2</sup>	$F/F_{\partialз}$	$\Delta H_{\partial}$ , см	$(X_{д}) 1\%$ , см	$\Delta H_{\partial 1\%}$ , см	$H_{Тд 1\%}$ , см	$H_{Тд 1\%}$ , м БС
1996	2.88	119	22.6	65.6	10	75.6	651	3.64
1997	2.44	118	22.8	66.2	10	76.2	607	3.20
1998	2.87	119	22.7	65.7	10	75.7	650	3.63
1999	2.66	118	22.9	66.3	10	76.3	629	3.42
2000	2.68	119	22.7	65.9	10	75.9	630	3.43
2001	2.77	119	22.7	65.8	10	75.8	639	3.52
2002	2.83	119	22.7	65.8	10	75.8	646	3.59
2003	2.96	119	22.7	65.8	10	75.8	659	3.72
2004	2.84	119	22.7	66.0	10	76.0	647	3.60
2005	2.60	118	22.9	66.4	10	76.4	623	3.36
2006	2.38	117	23.1	66.9	10	76.9	602	3.15
2007	2.13	116	23.3	67.5	10	77.5	578	2.91
2008	1.76	115	23.5	68.1	10	78.1	541	2.54
2009	1.89	115	23.5	68.1	10	78.1	554	2.67
2010	2.04	116	23.3	67.5	10	77.5	568	2.81
2011	2.40	117	23.1	66.9	10	76.9	604	3.17
2012	2.46	117	23.1	66.9	10	76.9	610	3.23
2013	2.60	118	22.9	66.4	10	76.4	623	3.36
2014	2.54	118	22.9	66.4	10	76.4	617	3.30

Використовуючи запропоновану схему, для басейну Хаджибейського лиману виконані розрахунки приросту рівнів води у ньому та встановлені значення відміток рівнів води  $H_{Тд 1\%}$  за умови наявності дощового паводку забезпеченістю  $P=1\%$  у період проходження максимальних рівнів води весняного водопілля тієї ж ймовірності перевищення (табл.3). Хронологічний багаторічний хід максимальних і розрахункових максимальних рівнів води весняного водопілля ( $H_{1\%}$ ) та дощового паводку, який накладений на максимум весняного стоку ( $H_{Тд 1\%}$ ) в лимані Хаджибей (при  $P=1\%$ ), показаний на рис.3. В таких небезпечних умовах, рівні води в Хаджибейському лимані могли б досягти катастрофічних позначок – 3.5-3.7 м БС, причому в будь-який рік і, майже, на протязі тривалого періоду експлуатації водосховища, починаючи з 1976 по 2007 рр.

**Висновки.** В роботі реалізовано методику можливого наповнення Хаджибейського лиману у весняний період року при таненні снігу і випадінні дощових опадів рідкісної ймовірності перевищення ( $P=1\%$ ). Результати розрахунків показали, що відповідно призначеної проектної відмітки дамби Хаджибейського лиману на рівні плюс 3.1 м БС, при виникненні катастрофічно високих весняних водопіль забезпеченістю  $P=1\%$ , рівні води у лимані  $H_{1\%}$  майже досягали б критичної позначки (у період 1985-2005 рр.).

За збігом можливих обставин, коли на максимальні рівні води весняного водопілля ймовірністю перевищення  $P=1\%$  накладається ще й дощовий паводок такої ж виняткової забезпеченості, рівні води в Хаджибейському лимані можуть досягти катастрофічних відміток 3.5-3.7 м БС. Критичне підвищення рівнів води в лимані може бути небезпечними і призвести до переливу води та до затоплення автомобільної дороги і житлових територій.

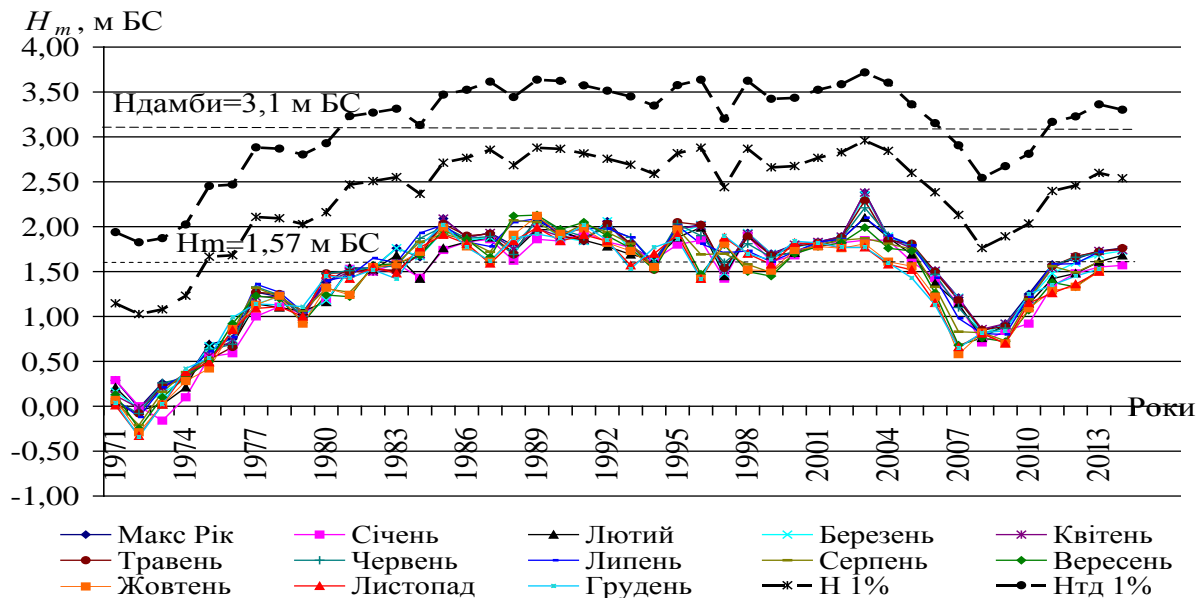


Рис. 3 – Багаторічний хід максимальних за місяць ( $H_m$ ) і розрахункових максимальних рівнів води весняного водопілля ( $H_{1\%}$ ) та дощового паводку, який накладений на максимум весняного стоку ( $H_{тд 1\%}$ ) в лимані Хаджибей (при  $P=1\%$ ).

### Список літератури

1. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности. – К.: КНТ, 2005. – 148 с.
2. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
3. Гопченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р., Овчарук В.А. Обґрунтування методики розрахунку характеристик максимального стоку водопіль і дощових паводків в басейні Хаджибейського лиману // Український гідрометеорологічний журнал. – 2014. – №14. – С.155-162.
4. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Кічук Н.С. Зливові опади на території Півдня України // Наук. праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. Вип. 262. – К.: «Фенікс», 2012. — С. 94 – 99.

#### Оценка притока поверхностных вод редкой вероятности превышения к Хаджибейскому лиману. Шакирзанова Ж.Р.

Обоснована и реализована расчетная схема определения возможных отметок воды в Хаджибейском лимане в условиях одновременного прохождения весенних половодий и дождевых паводков редкой вероятности превышения в многолетнем периоде.

**Ключевые слова:** паводки редкой вероятности превышения, расчетные отметки воды, Хаджибейский лиман

#### Evaluation of surface water flow rare probability of exceedance to the Khadzhibey Estuary. Shakirzanova Zh.R.

Proved and implemented design scheme to identify possible markers of water in the Khadzhibey Estuary under the simultaneous passage of spring floods and rain-induced floods of rare probability of exceedance in a long-term period.

**Keywords:** floods of rare exceedance probability, the estimated markers of water, the Khadzhibey Estuary