

Шакірзанова Ж. Р. Сучасний водний режим деяких Причорноморських лиманів у весняний період року. Розглянуті проблеми комплексного управління водними ресурсами деяких лиманів північно-західного Причорномор'я (на прикладі Хаджибея і Куяльника).

Ключові слова: лимани, паводки рідкісної ймовірності перевищення, максимальні рівні води.

Shakirzanova J. Modern Black Sea water regime of some estuaries in the spring of the year. The problems of integrated water resources management of some estuaries northwestern Black Sea areas (for example Hadzhibey and Kuyalnyk).

Keywords: estuaries, floods of rare probability of exceeding, the maximum levels of water.

Шакирзанова Ж. Р. Современный водный режим некоторых Причерноморских лиманов в весенний период года. Рассмотрены проблемы комплексного управления водными ресурсами некоторых лиманов северо-западного Причерноморья (на примере Хаджибея и Куяльника).

Ключевые слова: лиманы, паводки редкой вероятности превышения, максимальные уровни воды.

Надійшла до редколегії 15.01.2015

УДК 556.166

Медведева Ю. С.

Одеська національна морська академія

МАКСИМАЛЬНЫЕ МОДУЛИ СКЛОНОВОГО ПРИТОКА В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИЧЕРНОМОРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Ключевые слова: весеннее половодье, склоновый сток, максимальные снегозапасы, осадки, модули стока

Введение. Характеристики склонового притока воды в русловую сеть в периоды выпадения дождевых осадков или таяния сезонных снегов являются первой фазой трансформации влаги на склонах речных водосборов. Составляющие склонового стока, поступая в русловую сеть, формируют собственно речной сток. Таким образом, в общей постановке процесс стокообразования можно представить в виде природной последовательности «атмосферные осадки – склоновый проток – русловой сток». В практике гидрологических расчетов, имея в виду, что обычно специалистов интересуют чаще всего только параметры руслового стока, ограничиваются построением расчетных схем типа «осадки – русловой сток» (формулы предельной интенсивности) или наличием региональных формул, в которых максимальный модуль стока выражается лишь в зависимости от размеров водосборов. Анализ же показывает, что расчетные формулы максимального стока различной вероятности превышения должны быть не ниже второго уровня трансформации, т.е. «склоновый приток – русловой сток».

Теоретическая база для описания процессов формирования склонового стока в период весеннего половодья. В свое время А.М. Бефани [1] для описания склонового стока обосновал уравнение вида

$$c \cdot (m + 1) \cdot y^m \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = (h_e)_t, \quad (1)$$

где c – коэффициент, зависящий от шероховатости склонов; y – глубина равномерно распределенного по поверхности склонов слоя стока; m – показатель

степени в формуле скоростей склонового добегания; $(h_g)_t = (a_t - i_t)$ – интенсивность водообразования; a_t – интенсивность осадков; i_t – интенсивность впитывания воды в почву.

По аналогии с (1), запишем дифференциальное уравнение склонового стока (в фазе водообразования) для периода весеннего половодья

$$c \cdot (m + 1) \cdot y^m \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = [(h_g)_t + a_t] \cdot \eta, \quad (2)$$

где $(h_g)_t$ – интенсивность водоотдачи из снега; a_t – интенсивность осадков в период весеннего половодья; η – коэффициент стока.

Отметим, что относительно (1), уравнение (2) представляется более сложным, поскольку в правую часть его входит интенсивность водоотдачи, обусловленная временным ходом температуры воздуха, а с другой стороны, осадки на протяжении снеготаяния, как правило, будут иметь прерывистый характер. С целью упрощения (2) при его интегрировании, будем полагать, что во времени $(h_g)_t$ и a_t остаются постоянными и тогда

$$c \cdot (m + 1) \cdot y^m \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = [h_g + a] \cdot \eta. \quad (3)$$

В результате интегрирования (3) получим уравнение для глубины потока в нижней части склона (при $t > t_{ск}$, где $t_{ск}$ – склоновое время добегания)

$$y_t = (h_g + a) \cdot \eta \cdot t. \quad (4)$$

В верхней части склона

$$y_t = \left[\frac{(h_g + a) \cdot \eta \cdot x}{c} \right]^{\frac{1}{m+1}}, \quad (5)$$

где x – положение на склоне расчетного створа, причем положение раздельного сечения x_t равно

$$x_t = c \cdot (h_g + a)^m \cdot \eta \cdot t^{m+1}. \quad (6)$$

Гидрограф склонового стока в фазе подъема будет описываться уравнением:

- при $t < t_{ск} > T$ (где T – продолжительность водообразования)

$$Q'_t = c \cdot y^{m+1} = c \cdot [(h_g + a) \cdot \eta]^{m+1} t^{m+1} = x_t (h_g + a) \eta; \quad (7)$$

- при $t > t_{ск} < T$

$$Q'_t = Q'_m = c \cdot y^{m+1} = (h_g + a) \cdot \eta \cdot l_m, \quad (8)$$

где l_m – длина склона (от наиболее удаленной точки на водосборе до эрозионного вреза русла).

Максимальные модули склонового притока q'_m в зависимости от соотношения между временем склонового добегания $t_{ск}$ и продолжительностью водообразования T будут равны:

- при $t_{ск} > T$

$$q'_m = \beta_T \cdot (h_g + a) \cdot \eta; \quad (9)$$

- при $t_{ск} < T$

$$q'_m = (h_g + a) \cdot \eta, \quad (10)$$

где $\beta_T = \frac{x_T}{l_m}$ – коэффициент полноты склонового стока.

Из уравнения (7) видно, что в общем случае, т.е. когда $t < t_{ск} > T$, ветвь подъема гидрографа склонового стока будет описываться кривой вогнутого вида. После окончания водообразования будет происходить спад склонового стока и, очевидно, как и на подъеме, он имеет вогнутую спадовую ветвь (если процесс не будет нарушаться выпадением осадков).

Продолжительность притока воды со склонов в русловую сеть T_0 равна

$$T_0 = T + t_{ск}. \quad (11)$$

Изложенное выше позволяет сделать вывод относительно большой сложности в реализации (7) или (8), даже при постоянных во времени интенсивностях водоотдачи и осадков, поскольку необходимо располагать еще и морфометрическими характеристиками склонов (их длиной, уклонами, шероховатостью).

Для практических целей нами рекомендуется более простой способ определения максимальных модулей склонового притока q'_m . В качестве исходной модели используем предложенную Е.Д. Гопченко [2] редуцированную модель гидрографов склонового притока

$$q'_t = q'_m \left[1 - \left(\frac{t}{T_0} \right)^n \right]. \quad (12)$$

Интегрирование (12) по T_0 позволяет записать уравнение относительно q'_m в виде

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m, \quad (13)$$

где $\frac{n+1}{n}$ – коэффициент временной неравномерности склонового притока в период весеннего половодья; Y_m – слой стока за половодье.

Реализация предложенной методики для установления максимальных модулей склонового притока обеспеченностью $P=1\%$ на материалах по стоку весеннего половодья на территории Причерноморской низменности. Исследуемая территория расположена на юге Украины, прилегает к Черному морю (между дельтой Дуная – на западе и р.Днепр – на востоке). Согласно [3], ее можно разделить на несколько физико-географических областей: Дунайско-Днестровскую, Днестровско-Бугскую и Бугско-Днепровскую.

С продвижением на юг наблюдается большое расширение пойм рек и переход их а лиманы (Ялпух, Кугурлуй, Катлабух, Сасык, Шаганы, Алибей, Бурнас, Китай и др.), Наиболее крупные из соленых лиманов – Хаджибейский и Куяльницкий, а из пресноводных – Днестровский.

В пределах Причерноморской низменности в плакорных условиях на лессовых породах сформировались почвы черноземного и каштанового типов. По характеру растительного покрова низменность выделяется господством травянистой степной растительности.

Реки Причерноморья характеризуются периодическим стоком во время снеготаяния и выпадением интенсивных дождей. Весеннее половодье бывает почти ежегодно (в феврале-марте). После прохождения половодья малые реки часто пересыхают, причем в отдельные годы оно длится до следующего снеготаяния. Наибольшие расходы воды весеннего половодья даже в дружные весны отмечаются обычно не в один и те же годы по территории. Наиболее высокое половодье имело место в 1932 году, но сведения о снегозапасах и масштабах половодья сохранились только по р.Южный Буг.

Для получения расчетных модулей стока $q_{1\%}'$ использованы данные по 27 гидрологическим и 41 метеорологическому пунктах наблюдений. Слои стока Y_m расчетной обеспеченности $P = 1\%$ устанавливались по величине снегозапасов S_m к началу половодья и осадкам от даты S_m до окончания половодья [2]

$$(S_m + \sum X)_{1\%} = (\bar{S}_m + \sum X) \cdot k_{1\%}, \quad (14)$$

где \bar{S}_m – средние многолетние снегозапасы перед началом весеннего половодья, которые представлены на рис. 1 в виде карты изолиний (в мм);

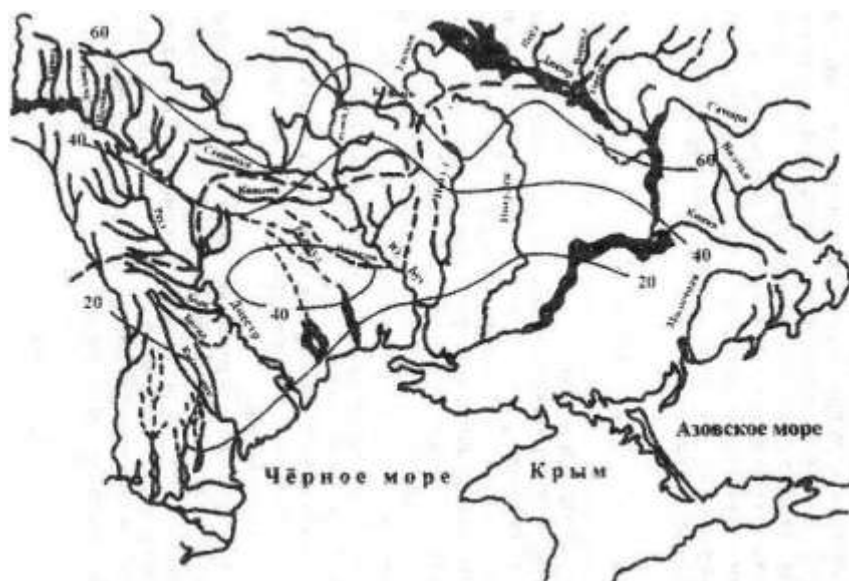


Рис. 1 – Распределение по территории средних многолетних снегозапасов к началу весеннего половодья (мм)

$\sum X$ – количество осадков за половодье, мм

$$\sum X = 5,4 + 8,1 \lg(F + 1); \quad (15)$$

$k_{1\%}$ – модульный коэффициент, который устанавливается по кривой трехпараметрического гамма-распределения при $C_s/C_v = 3,5$ и коэффициенте вариации C_v , равном

$$Cv = 0,60 + 0,53(\bar{s}_m - 20) \cdot 10^{-2}. \quad (16)$$

Слой водообразования $S_{1\%}$ тогда будет равен

$$S_{1\%} = (\bar{s}_m + \sum X) \cdot k_{1\%} \cdot \eta_0, \quad (17)$$

где η_0 – объемный коэффициент водообразования, который в пределах рассматриваемой территории равен 0,65.

Коэффициент стока η с водосборов площадью F будет равен

$$\eta = 0,65 \cdot k_\eta, \quad (18)$$

где k_η – степень редукции коэффициентов стока с увеличением размеров водосборов.

Для рассматриваемой территории его можно представить в табличном виде (табл.1).

Таблица 1 - Коэффициенты k_η весеннего половодья на территории Причерноморской низменности

Площадь F , км ²	0	10	20	50	100	500	1000	2000	5000	10000	20000
η	1,0	0,30	0,28	0,24	0,21	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,091

Изменяются k_η от 1,0 при $F = 0$, что собственно соответствует случаю формирования склонового максимума q'_m в центре водосбора, до 0,091 – при $F = 20000 \text{ км}^2$. Продолжительность склонового притока T_0 (час) представлена картой изолиний (рис. 2). Изменяется она в пределах Причерноморской низменности в среднем от 150 до 50 час.

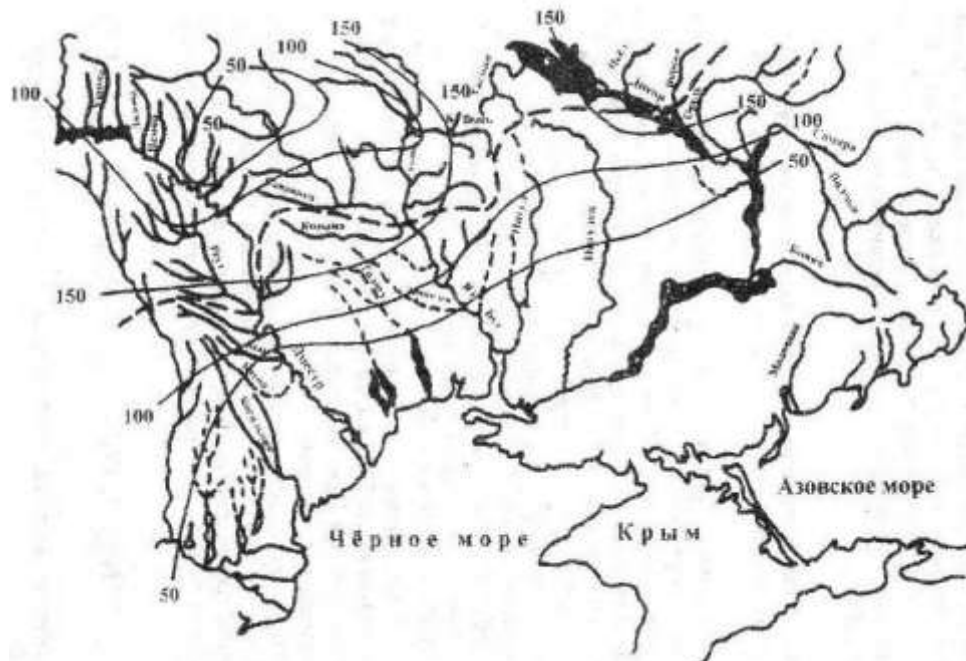


Рис. 2 – Изменение по территории расчетной продолжительности притока воды со склонов в русловую сеть (час)

Что касается коэффициента временной неравномерности склонового притока $\frac{(n+1)}{n}$, то он установлен по данным о русловом стоке, как верхнее предельное значение коэффициента временной неравномерности $\frac{m_1+1}{m_1}$ при $F=0$. В свою очередь

$$\frac{m_1+1}{m_1} = \frac{Q_m T_n}{Y_m F} 86,4, \quad (19)$$

где Q_m – максимальный расход воды, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$; T_n – продолжительность половодья, сутки; Y_m – слой стока за половодье, мм; F – площади водосборов, км^2 .

В статьях [2, 4] для условий степной зоны обосновывается $\left(\frac{m_1+1}{m_1}\right)_{F=0} = \frac{n+1}{n} = 6,0$. Таким образом, расчетный модуль склонового стока $q'_{1\%}$ ($\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$) будет равен

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} (\bar{S}_m + \sum X) \eta^{k_{1\%}} / T_0. \quad (20)$$

Практическое использование результатов исследования. Характеристики склонового стока, в первую очередь модуль $q'_{1\%}$ входят составными параметрами практически во все формулы максимального стока рек, которые нашли свое применение в нашей стране. Действительно, в формулах СНиП 2.01.14-83 [6], а еще ранее – в СН 435-72 [5] при расчетах q_m рекомендуется пользоваться формулами вида

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}}, \quad (21)$$

где k_0 – коэффициент «дружности» половодья.

Большие трудности связаны с нормированием k_0 и, например, в [5] он табулирован, а в [6] – предусмотрено устанавливать его методом аналогии. Но как следует из (13), числитель представляет собой максимальный модуль притока q'_m , т.к.

$$q'_m = k_0 Y_m, \quad (22)$$

где k_0 – коэффициент склоновой трансформации, равный

$$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}. \quad (23)$$

Следует иметь в виду, что с учетом редукции коэффициентов стока с увеличением размеров водосборов, необходимо в формулу (22) вводить множитель k_η , пользуясь табл.1, т.е.

$$\left(q'_{1\%}\right)_F = q'_{1\%} \cdot k_\eta, \quad (24)$$

где $(q'_{1\%})_F$ – расчетный модуль склонового притока, отнесенный ко всей площади водосбора.

Рассчитанные авторами модули $q'_{1\%}$ для некоторых рек Причерноморья и прилежащих территорий приведены в табл. 2. Как видно, изменяются они в широких пределах – от 1,48 (р. Бык – г. Кишинев) до 5,64 (р. Ингул – с. Седневка) м³/(с·км²). Наиболее высокие значения $q'_{1\%}$ относятся к рекам Ингул и Гнилой Тикич, а наименьшие – в бассейнах р. Тилигул, Бык, Балцата, Ягорлык.

Таблица 2 – Максимальные модули склонового стока в период весеннего половодья обеспеченностью $P = 1\%$

Река-пост	F , км ²	T_0 , час	$(\bar{S}_m + \sum X)_{1\%}$, мм	$q'_{1\%}$, м ³ /(с·км ²)
Белоче – с. Белочи	225	49	184	4,10
Молокиш – с. Б.Молокиш	184	50	182	3,95
Рыбница – с. Андреевка	152	50	189	4,13
Ягорлык – с. Дойбаны	1220	130	232	1,95
Балцата – с. Балцата	624	75	132	1,92
Бык – г. Кишинев	990	125	169	1,48
Ботна – г. Каушаны	1210	93	155	1,82
Тилигул – с. Украинка	810	130	236	1,98
Тилигул – пгт. Березовка	3170	130	254	2,13
Кодыма – с. Обжила	145	120	223	2,03
Кодыма – с. Катеринка	2390	130	2151	1,81
Мертводо – с. Кривая Пустошь	252	90	216	2,62
Чичиклея – с. Васильевка	435	90	222	2,69
Ингул – г. Кировоград	840	129	354	3,00
Ингул – с. Седневка	4770	60	310	5,64
Ингул – с. Новогороженко	6670	60	283	5,15
Гнилой Еланец – с. Женево-Криворожье	1190	75	285	4,15
Громоклея – с. Михайловка	1410	60	203	3,69
Тараклия – с. Тараклия	103	50	115	2,51
Когильник – г. Котовск	179	100	127	1,39
Черный Ташлык – с. Песчаный Брод	1830	90	239	2,90
Черный Ташлык – с. Тарасовка	2230	90	241	2,92
Ингулец – с. Александрово-Степановка	1410	120	401	3,65
Ингулец – с. Ново-Федоровка	3870	100	354	3,87
Ингулец – с. Искровка	4410	100	356	3,89
Ингулец – г. Кривой Рог	8600	80	310	4,23
Ингулец – с. Могилевка	9280	80	311	4,25

Список литературы

1. Бефани А. Н. Основы теории ливневого стока / А. Н. Бефани // Тр. ОГМИ. – 1949. – Ч. I, вып. IV. – С. 39-175.
2. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности / Е. Д. Гопченко, М. Е. Романчук. – К. : КНТ, 2005. – 148 с.
3. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. В. П. Попова, А.И. Ланько, А.М. Маринича. – К. : Изд-во.: КГУ, 1968. – 683 с.
4. Андреевская Г. М. О форме графиков притока воды со склонов в русловую сеть / Андреевская Г.М., Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. // Метеорология. климатология и гидрология. – 1996. – Вып. 33. – С. 106-111.
5. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. –

111 с. 6. *Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик.* – Л. : Гидрометеозат. – 1984. – 447 с.

Медведєва Ю. С. Максимальні модулі схилового припливу в період весняного водопілля на території Причорноморської низовини. У статті розглядаються розрахункові характеристики поверхневого схилового стоку в період весняного водопілля на території Причорномор'я.

Ключові слова: весняне водопілля, схиловий стік, максимальні снігозапаси, опади, модулі стоку.

Medvedeva Y.S. Maximum modules of slope inflow during the spring flood in the territory of the Black Sea Lowland. In the article the calculated characteristics of the surface slope runoff during spring flood in the Black Sea area.

Keywords: spring flood, flow slope, maximum snow storage, precipitation, runoff modules.

Медведєва Ю. С. Максимальные модули склонового притока в период весеннего половодья на территории Причерноморской низменности. В статье рассматриваются расчетные характеристики поверхностного склонового стока в период весеннего половодья на территории Причерноморья.

Ключевые слова: весеннее половодье, склоновый сток, максимальные снегозапасы, осадки, модули стока.

Надійшла до редколегії 10.03.2015

**Jaromir Borzuchowski¹, Marcin Fraćzek²,
Tomasz Kalicki², Joanna Krupa²**

¹ MGGP S.A. (Краків, Польща)

² Інститут географії

Університету Яна Кохановського в Кельцах (Польща)

DIGITAL GEOMORPHOLOGICAL MAP OF GORCE NATIONAL PARK- PRELIMINARY RESULTS. Part I

Keywords: Digital geomorphological map, Gorce National Park

Introduction. The map is one of the basic sources of geographic information. The map is referred to mathematically design, relationship between the real world and its model presented on a scale using special character systems, as well as the choice and the generalisation of those phenomena (Robinson et al. 1988, Saliszczew 2003).

Digital map is a set of coordinates that the position of objects in space, together with information about the presentation of these data stores site and geometrical geographical objects with information describing these objects (Myrda 1991). Digital map is a geographical model of reality presented in digital format and adapted to the computerized processing of personal data as well as generate maps of the area of analog (Gaździcki 2002). Analog map contains a finite number of thematic layers, as opposed to digital maps, where we can join the new datasets and selectively view spatial information. The advantage of digital maps is also that it is possible to create your own maps by the user system, while analog map formed by the editors (Napiórkowska 2011).

The main aim of research is to present the principles of transformation of geomorphological maps to digital image. Developed geomorphological map of the Gorce National Park in scale 1: 10 000 (Zuchiewicz 1998). Methodology of the study included data sourcing, topology and processing in GIS programs. As a result, we have received not only a digital map but also digital geomorphological database, which we can update and use it in any way.