

Гопченко Е.Д., д.г.н., проф., Погорелова М.П., ас.

Гопций М.В., ст.

Одесский государственный экологический университет

СРЕДНИЙ МНОГОЛЕТНИЙ СЛОЙ СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В БАССЕЙНЕ Р. ПРИПЯТЬ

В статье приводится построение методики для расчета среднего слоя стока весеннего половодья в бассейне р. Припять.

Ключевые слова: *весеннее половодье, слой стока, залесенность, заболоченность, статистический анализ, обобщение.*

Вступление. Такая характеристика весеннего половодья как средний многолетний слой стока является одной из опорных при расчетах максимального стока различной вероятности превышения. В частности, она входит составной частью в нормативный документ СНиП 2.01.14-83, который продолжает действовать до настоящего времени в Украине. При этом следует заметить, что используемая в нем карта среднего слоя стока весеннего половодья была обоснована по материалам наблюдений до 1980 года. Учитывая, что с момента принятия норматива СНиП 2.01.14-83 прошло более 20 лет, весьма актуальной является задача уточнения расчетных характеристик весеннего половодья, в том числе и в бассейне р. Припять, который характеризуется значительным распространением лесов и болот.

Объект исследования и исходный материал. Река Припять – самый большой по величине и водности приток р. Днепр. Берет начало на крайнем западе Полесья, в 1 км юго-восточнее с. Голядин Любомльского района Волынской области. Впадает в реку Днепр (Киевское водохранилище) с правого берега на 963 км от ее устья, в 2 км ниже с. Загряды протекает по территории Белоруссии и Украины. Основные притоки: правые – р. Стырь, р. Горынь, р. Уборть; левые – р. Ясельда, р. Случь, р. Птичь.

Водораздельная линия на севере и северо-западе отделяет водосборы рек Немана и Западного Буга, на юге и юго-западе граничит с притоками Южного Буга и Днестра, на востоке – с правобережными притоками Березины и Днепра.

Большая часть поверхности рассматриваемой территории представляет собой плоскую, в незначительной мере заболоченную равнину Полесья. Рельеф равнинный, представлен обширной вогнутой и заболоченной низменностью, наклоненной от Западного Буга к Днепру. Равнина переходит в плоскую сильно заболоченную обширную низменность Белорусского Полесья. Средняя высота водосбора 180 м.

Географическое положение рассматриваемой территории определяет своеобразие климата, формирующегося в процессе взаимодействия морского и континентального влияния. Усиление континентального восточного влияния обуславливает ясную солнечную погоду, летом жаркую и сухую, зимой – морозную. Морское западное влияние приносит влажную ненастную погоду, летом прохладную, зимой – теплую со снегопадами, метелями и гололедом [1].

Слой стока весеннего половодья формируется под влиянием климатических факторов и мало зависит от размеров водосборов. В его формировании, кроме поверхностного стока талых и дождевых вод, участвует и грунтовый сток, величина которого зависит от характера почво-грунтов, геологического строения и глубины вреза русел. Доля грунтового стока в суммарном весеннем стоке в разных частях рассматриваемой территории различна.

В работе использованы данные по стоку весеннего половодья 41 водосбора с площадями от 141 до 13300 км² и периодами наблюдений от 15 до 72 лет (по 2002 год, включительно).

Материалы и методы исследований. Статистическая обработка рядов слоев стока весеннего половодья выполнялась в соответствии с рекомендациями нормативного документа СНиП 2.01.14-83. Этими рекомендациями предусматривается вычисление параметров статистического распределения методами наибольшего правдоподобия и моментов. В тех случаях, когда применение метода наибольшего правдоподобия становится невозможным из-за ограниченной разрешающей способности номограмм $(C_v, C_s/C_v) = f(\lambda_2, \lambda_3)$, статистика коэффициента изменчивости принимается по методу моментов.

Как показал анализ, по методам моментов и наибольшего правдоподобия получены практически одинаковые значения коэффициентов вариации $C_{v,m}$ и $C_{v,l}$. Данное обстоятельство весьма важно, поскольку в равной мере позволяет использовать как моментные оценки, так и наибольшего правдоподобия. Диапазон колебания C_v для слоев стока составляет от 0.51 до 1.09 при диапазоне колебания \bar{Y}_m от 28.1 до 64.0 мм.

Коэффициент асимметрии C_s нормирован по его соотношению с C_v [2,3]. Оказалось возможным для рядов Y_m принять $C_s=3C_v$.

Приступая к обобщению \bar{Y}_m по территории, необходимо, прежде всего, исключить влияние местных факторов весеннего стока. Известно, что на слой стока в первую очередь влияют широтное положение, залесенность и заболоченность водосборов. Говоря о влиянии леса, имеется в виду, что леса способствуют увеличению влагонакопления, с одной стороны, а с другой, - лесные почвы переводят определенную часть поверхностного стока талых и дождевых вод в грунтовый, существенно увеличивают меженное питание рек. Болота также являются регуляторами внутригодового хода стока, они способствуют снижению пиков весеннего и дождевого стока, а также увеличению дополнительных потерь на испарение.

Чтобы выяснить степень влияния на слой стока каждого из местных факторов, необходимо сначала исключить влияние широтного положения водосборов. С этой целью была построена зависимость $\bar{Y}_m = f(\varphi^0)$, которая показана на рис.1.

Из рис.1 видно, что средний многолетний слой стока половодья в общем подчиняется широтной зональности, причем с увеличением широт водосборов \bar{Y}_m увеличивается. Полученная зависимость позволяет привести все данные к одной широте, например, 51⁰ с.ш., т.е.

$$\bar{Y}_{\varphi=51} = \bar{Y}_m - a_{\varphi}(\varphi^0 - 51), \quad (1)$$

где $\bar{Y}_{\varphi=51^0}$ - приведенные к широте 51⁰ с.ш. значения среднего слоя стока \bar{Y}_m .

Теперь приведенные слои стока $\bar{Y}_{\varphi=51^0}$ можно исследовать на возможное влияние на их величину залесенности водосборов f_l (рис.2).

На основании этой зависимости для рек бассейна р.Припять можно установить коэффициент влияния залесенности на увеличение среднего слоя стока весеннего половодья K_l

$$K_l=1+0,18 \lg(f_l + 1), \quad (2)$$

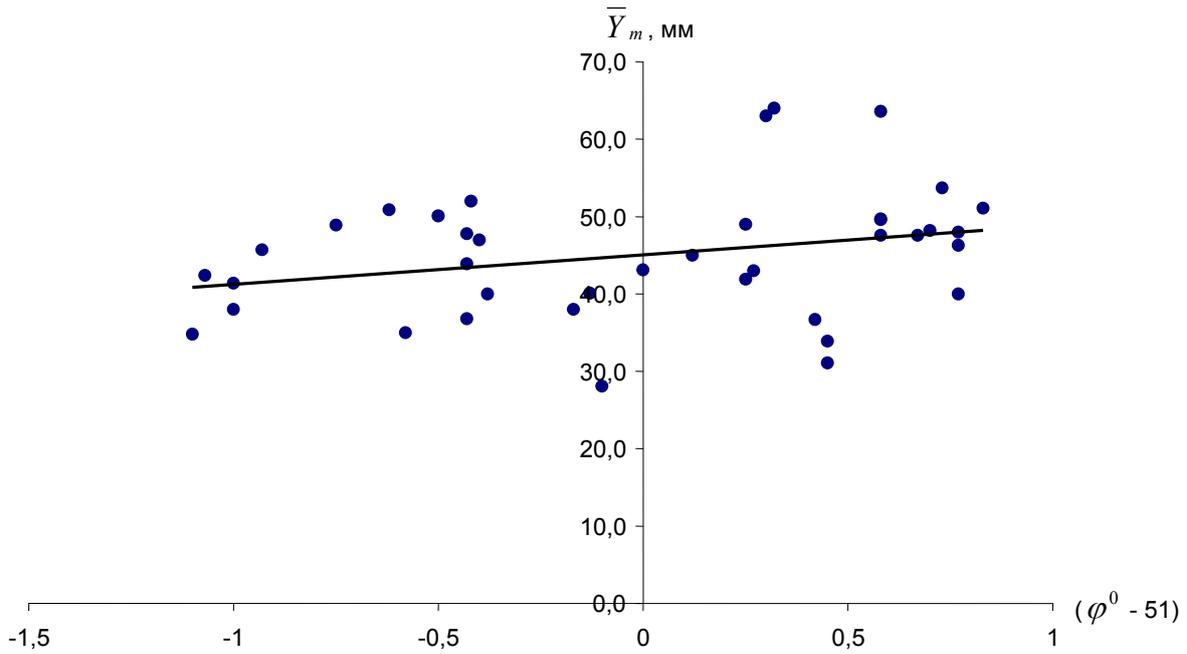


Рисунок 1- Зависимость среднего слоя стока половодья \bar{Y}_m от широты центров тяжести водосборов.

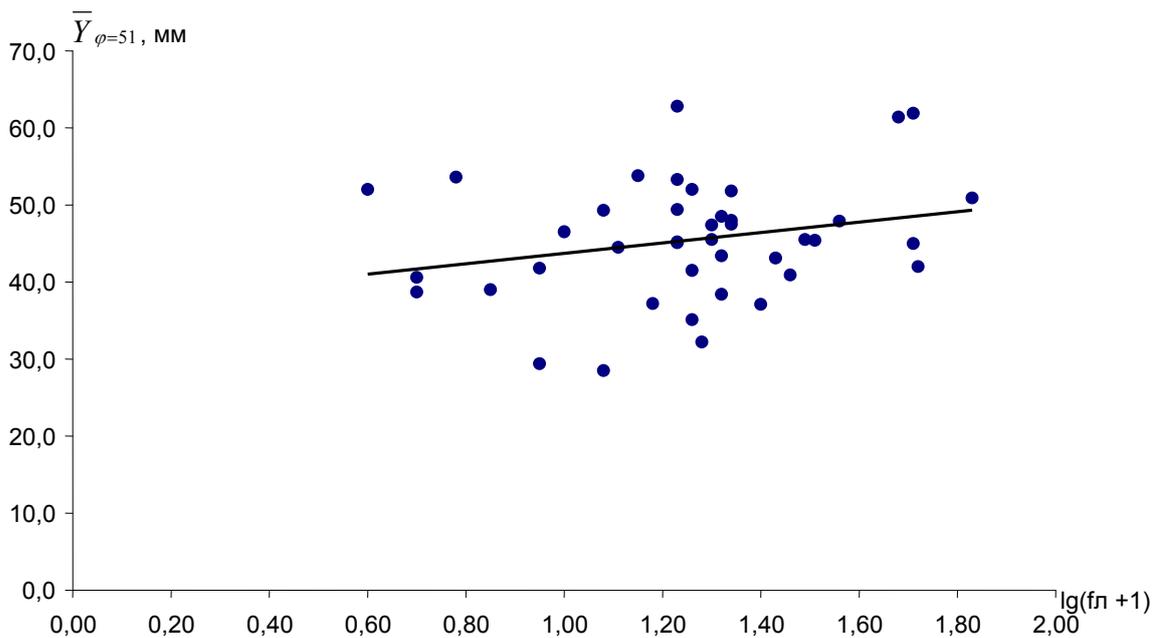


Рисунок 2 - Зависимость приведенного слоя стока весеннего половодья $\bar{Y}_{\varphi=51}$ от залесенности водосборов.

Из (2) очевидно, что при 100%-ной залесенности будет иметь место увеличение \bar{Y}_m , примерно на 36%, по сравнению с незалесенными водосборами.

Рассчитав по (2) коэффициент залесенности K_L , можно исключить его влияние на слой стока, если $\bar{Y}_{\varphi=51^0}$ разделить на K_L

$$\bar{Y}_{\varphi=51, fl=0} = \bar{Y}_{\varphi=51^0} / K_L \quad (3)$$

Опираясь на (3), сначала были вычислены слои стока $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_{л}=0}$, приведенные к 51^0 с.ш. и залесенности $f_{л} = 0$, затем построена зависимость их от заболоченности $f_{б}$ (рис.3).

Как видно из рис.3, с увеличением заболоченности средний слой стока половодья, в общем, имеет выраженную тенденцию к уменьшению. Полученная зависимость позволяет обосновать коэффициент влияния на слой стока половодья заболоченности $K_{б}$, причем

$$K_{б} = 1 - 0,13 \lg(f_{б} + 1), \quad (4)$$

Очевидно, при 100% заболоченности водосборов уменьшение слоя стока \bar{Y}_m будет равно 26%.

Используя (2) и (4), можно, исключив из исходных величин \bar{Y}_m влияние залесенности и заболоченности, приступить к пространственному обобщению приведенных (к $f_{л} = 0$ и $f_{б} = 0$) слоев стока. Обычно такое обобщение достигается построением соответствующих карт. В полной мере этот прием применяется и к бассейну р.Припять, для которого как отмечалось выше, установлена тенденция роста \bar{Y}_m с увеличением широты.

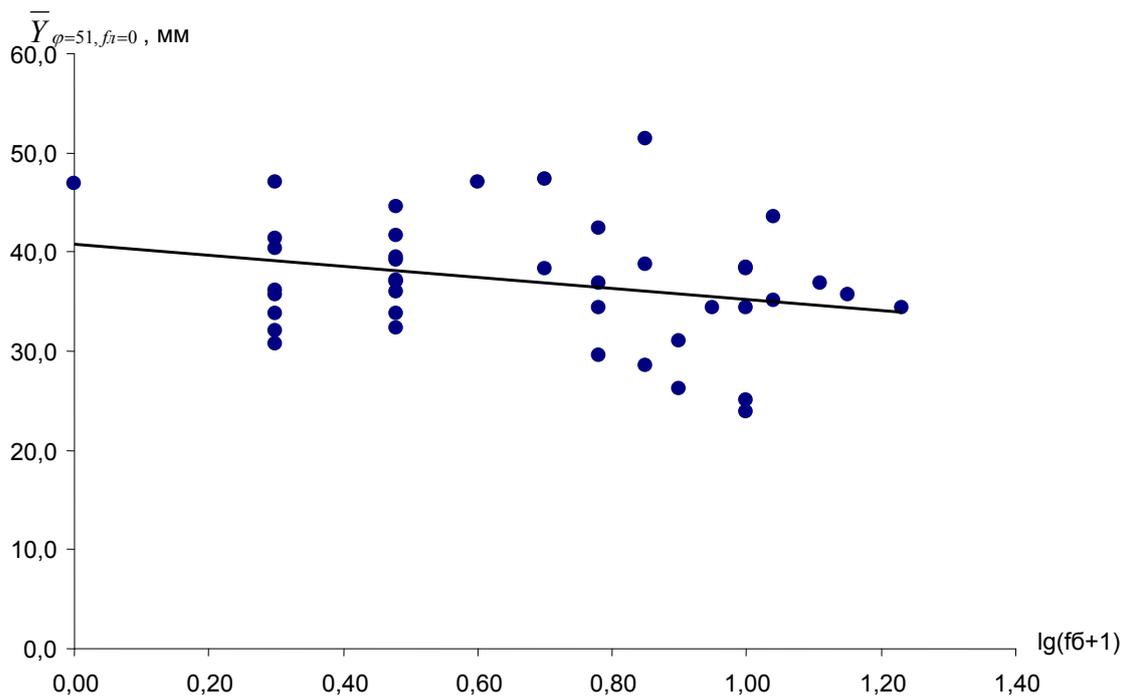


Рисунок 3 - Зависимость приведенного слоя стока весеннего половодья $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_{л}=0}$ от заболоченности водосборов.

Прежде, чем осуществить картирование $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_{л}=0}$, были повторно проанализированы слои стока $\bar{Y}_m / k_{б} k_{л}$ от широтного положения водосборов. Итогом явилось уравнение для коэффициента влияния на слой стока широты центров тяжести водосборов в виде

$$K\varphi = 1 + 0,094(\varphi^0 - 51). \quad (5)$$

На основе (2),(4) и (5) можно все исходные данные по средним слоям стока за период половодья \bar{Y}_m привести к $\varphi = 51^0$ с.ш., залесенности $f_n = 0$ и заболоченности $f_o = 0$, т.е.

$$(\bar{Y}_m)_{np} = \bar{Y}_m / k_\varphi k_n k_o, \quad (6)$$

где $(\bar{Y}_m)_{np}$ - приведенный слой стока (к $\varphi = 51^0$ с.ш., $f_n = 0$ и $f_o = 0$).

В дальнейшем $(\bar{Y}_m)_{np}$ были проверены на нормальность при помощи критерия Гаусса

$$\sigma / \rho = \sqrt{\pi/2} \approx 1.25, \quad (7)$$

где σ - среднее квадратическое отклонение приведенных значений слоев стока $(\bar{Y}_m)_{np}$ от их средней территориальной величины;
 ρ - среднее арифметическое отклонение.

Для рек бассейна р. Припять: $\sigma = 6,61$, $\rho = 5,25$, а $\sigma / \rho = 1.26$, что практически совпадает с его теоретическим значением.

Это дает возможность осреднить $\bar{Y}_{\varphi=51^0, f_n=0, f_o=0}$, приняв для всего бассейна Припяти его расчетное значение, равное 40.6 мм. Тогда для оценки средних слоев стока за период половодья \bar{Y}_m для рек исследуемой территории можно рекомендовать уравнение

$$\bar{Y}_m = 40.6 k_\varphi k_n k_o. \quad (8)$$

Входящие в (8) коэффициенты K_n , K_o и $K\varphi$ устанавливаются по выражениям (2),(4) и (5).

Средняя погрешность между фактическими значениями среднего слоя стока и рассчитанными величинами составляет 12%.

Вывод. Предложенное уравнение (8) позволяет повысить надежность расчета на региональном уровне средних слоев стока половодья \bar{Y}_m в бассейне р. Припять. Для того, чтоб можно было устанавливать слои стока различной вероятности превышения, в дальнейшем необходимо обосновать методические подходы относительно нормирования коэффициентов вариации C_v и асимметрии C_s .

Список литературы

1. *Ресурсы поверхностных вод СССР.* – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – Т6. – Вып.2, - 259 с.
2. *Рождественский А.В., Чеботарёв А.И.* Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 424 с.
3. *Пособие по определению расчетных характеристик.* – Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 448 с.

Середній багаторічний шар стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять.

Гопченко Є.Д., Погорелова М.П., Гопцій М.В.

У статті обґрунтовується побудова методики для розрахунку середнього шару стоку в басейні р. Прип'ять.

Ключові слова: *весняне водопілля, шар стоку, залісеність, заболоченість, статистичний аналіз, узагальнення.*

Middle long-term layer of flow of spring heigth water in the pool of Pripyat.

E. Gopchenko, M. Pogorelova, M. Goptsiy.

Construction of method for the calculation of middle layer of flow in the pool of Pripyat is grounded in the article.

Keywords: *spring high water, layer of flow, forest cover, swamped, statistical analysis, generalization.*