

Список использованных источников

1. Всё о коррозии: Терминологический справочник / Мамулова И.С., Сухотин А.М., Сухотина Л.П., Флорианович Г.М., Яковлев А.Д.; Под ред. Сухотина А.М. – СПб: Химиздат. – 2000. – 520 с.
2. Благник Р., Зенова В. Микробиологическая коррозия. – М. – Л.: Химия. – 1965. – 224 с.
3. Rudd T., Sterrit R.M., Lester J.N. // Water Res. – 1984. – V.18 P.379 – 384.
4. Боршевский А.М., Беликова Т.Д., Павловец Н.М. // Защита металлов. – 1994. – Т. 30, № 4 – С.364-368.
5. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений. Справочник. В 2-х т. / Под ред. Герасименко А.А. – М.: Машиностроение. – 1987. – Т.1 – 687 с, Т.2 – 783 с.
6. Экологические аспекты коррозии. Тищенко Г.П., Алексеева В.А., Тищенко И.Г. и др. – М.: НИИТЭХим. – 1992. – 68 с.

УДК 556.166.2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

*Волчек А.А.**, *Шелест Т.А.***

**Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, РБ, volchak@tut.by*

***Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, РБ, tashelst@mail.ru*

In article describes the results of the analysis of formulas which are used for definition of the maximum expenses of water of rainfall floods on the rivers of Belarus at absence or insufficiency of the given hydrometric supervision. The role of the various parameters entering into the formulas is revealed.

Введение

На реках Беларуси максимальный сток может формироваться как во время прохождения весенних половодий, так и паводков. Ему принадлежит особое место в практике гидрологических расчетов, т.к. эта величина требуется для решения большого круга задач водного хозяйства. От правильности расчета максимального расхода воды зависит как безопасность сооружений, так и их экономическая эффективность. Преуменьшение расчетных значений максимальных расходов воды дождевых паводков может повлечь за собой разрушение сооружений при прохождении катастрофических паводков, непредусмотренных при проектировании. Наоборот, при увеличении расчетных значений максимальных расходов повышается стоимость гидротехнических сооружений, и, как следствие, уменьшается их рентабельность.

Поэтому важнейшей задачей гидрологических расчетов является сочетание этих двух противоречивых требований: требования безопасности и экономической эффективности.

Сочетание этих двух требований достигается путем применения принципа вероятностного расчета, основанного на учете, с одной стороны, гидрологических условий формирования максимального стока, и, с другой стороны, на учете вероятности его превышения.

Расчетные формулы определения максимальных расходов дождевых паводков еще более многочисленны, чем формулы максимальных расходов талых вод.

Целью настоящего исследования является анализ влияния различных факторов на формирование максимальных расходов воды дождевых паводков на реках Беларуси.

Исходные данные и методика исследования

Для решения поставленной задачи использовались материалы наблюдений Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за максимальными расходами воды дождевых паводков.

В Пособии к СНиП [1] для определения максимальных расходов воды дождевых паводков Q_p , м³/с в случае отсутствия данных гидрометрических наблюдений при площадях водосборов более 50 км² и наличии рек-аналого предлагается редуцированная формула:

$$Q_p = q_{pa} \frac{\delta \cdot \delta_2}{\delta_a \cdot \delta_{2a}} \left(\frac{A_a}{A} \right)^{n_s} \cdot A, \quad (1)$$

где q_{pa} – модуль максимального мгновенного расхода воды реки-аналога, м³/с км², расчетной вероятностью превышения P ;

δ и δ_a – соответственно для исследуемой реки и реки-аналога коэффициенты, учитывающие снижение максимальных расходов воды проточными озерами;

δ_2 и δ_{2a} – соответственно, для исследуемой реки и реки-аналога коэффициенты, учитывающие снижение максимального расхода воды вследствие заболоченности водосбора;

n_s – коэффициент редукиции модуля максимального мгновенного расхода воды с увеличением площади водосбора;

A и A_a – соответственно для исследуемой реки и реки-аналога площади водосборов, км².

При невозможности подобрать реку-аналог, максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков обеспеченностью 10 % определяются по формуле:

$$\bar{Q}_p = \frac{a_{10\%} \cdot \delta \cdot \lambda_p}{\Phi^{0,8}} \cdot A, \quad (2)$$

где $a_{10\%}$ – параметр, характеризующий модуль максимального мгновенного расхода воды обеспеченностью 10 %;

λ_p – переходный коэффициент от максимальных расходов воды дождевых паводков, вероятностью превышения 10 % к максимальным расходам другой вероятности превышения;

Φ – морфологическая характеристика русла, определяемая по формуле:

$$\Phi = \frac{1000 L}{\chi_p i_p^{1/3} A^{1/4}}, \quad (3)$$

где χ_p – гидравлический параметр русла;

i_p – средневзвешенный уклон русла реки, ‰;

L – длина реки, км;

A – площадь водосбора, км²;

A, δ – то же, что в формуле (1).

Основными параметрами, входящими в формулы по определению максимальных расходов воды дождевых паводков, являются длина реки, площадь водосбора, средневзвешенный уклон, озерность и заболоченность водосборов. При увеличении длины реки или площади водосборов (одного из параметров) происходит уменьшение значений максимальных расходов воды дождевых паводков. Так, при увеличении длины реки (без изменения площади водосборов)

в два раза величина максимального мгновенного расхода воды уменьшается примерно в 1,7 раза. Велика роль уклонов рек в формировании максимальных расходов воды дождевых паводков, влияющих на скорости стекания воды и, тем самым, продолжительность добегания и потери воды. Так, увеличение средневзвешенного уклона реки на 1 % приводит к увеличению максимального расхода воды паводков в среднем в 1,3 раза.

Гидравлический параметр русла χ_p , зависящий от шероховатости русла и поймы, учитываемый при определении морфометрической характеристики русла, изменяется от 7 до 11 в зависимости от степени засоренности и извилистости русла. Наибольшее значение имеет для чистых и прямых русел. Получается, что при спрямлении русел происходит уменьшение параметра Φ , а это ведет к увеличению максимального расхода воды паводка Q_p . На Полесье в результате проведения мелиоративных работ, сопровождающихся спрямлением русел, произошло увеличение максимальных расходов воды паводков в 1,4 раза.

На малых водосборах условия формирования и механизма формирования паводков заметно отличаются от больших и даже средних водосборов.

Для рек с площадями водосборов менее 20 км² и средних уклонах водосборов более 5 % максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков определяют по формуле предельной интенсивности стока

$$Q_p' = q'_{1\%} \varphi H'_{1\%} \delta \lambda_p A, \quad (4)$$

где $q'_{1\%}$ – максимальный модуль стока ежегодной вероятностью превышения P , равной 1%, выраженный в долях произведения ($\varphi H'_{1\%}$) при $\delta=1$;

$H'_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков, мм, вероятностью превышения 1%;

φ – сборный коэффициент стока;

λ_p – переходной коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной вероятностью P , равной 1%, к максимальным расходам другой вероятности превышения;

δ, A – то же, что в формуле (1).

Для выявления роли каждого из входящих в формулу параметров в определении максимальных расходов воды дождевых паводков, проведен численный эксперимент. Доказано, что между максимальным суточным слоем осадков $H'_{1\%}$ и величиной максимальных мгновенных расходов воды дождевых паводков существует тесная зависимость: увеличение максимального суточного слоя осадков на 10 мм приводит к росту максимального расхода воды паводков примерно в 1,3–1,4 раза (рисунок 1 а). Это связано с тем, что на малых водосборах даже небольшое увеличение слоя осадков, которые часто охватывают весь водосбор, приводит к росту расходов воды.

Зависимость, полученная между величиной максимального расхода воды и средневзвешенной озерностью, представлена на рисунке 1 б. Анализ рисунка показывает, что с увеличением средневзвешенной озерности происходит уменьшение величины максимального расхода воды паводков, что объясняется аккумуляцией дождевых вод.

Увеличение средневзвешенного уклона русла реки i_p приводит к росту максимального мгновенного расхода воды паводков, что отражено на рисунке 1 в. Причем наиболее интенсивный рост отмечается при средневзвешенных уклонах от 0,1 до 5 %, а затем он выполаживается. Несколько иная зависимость величины максимального мгновенного расхода воды дождевого паводка со средним уклоном водосбора (рисунок 1 г). Так, при значениях средних уклонов водосборов от 5,1 до 15 % максимальный расход остается без изменений, а начиная с

15,1 %, начинает постепенно расти. Влияние уклонов на величину максимальных расходов воды дождевых паводков проявляется в их воздействии на скорость стекания воды по склону, что сокращает продолжительность добегаания и тем самым уменьшаются потери воды на испарение и инфильтрацию, что ведет к увеличению максимальных расходов. Это особенно актуально для малых водосборов, где склоновые добегающие играет значительную роль.

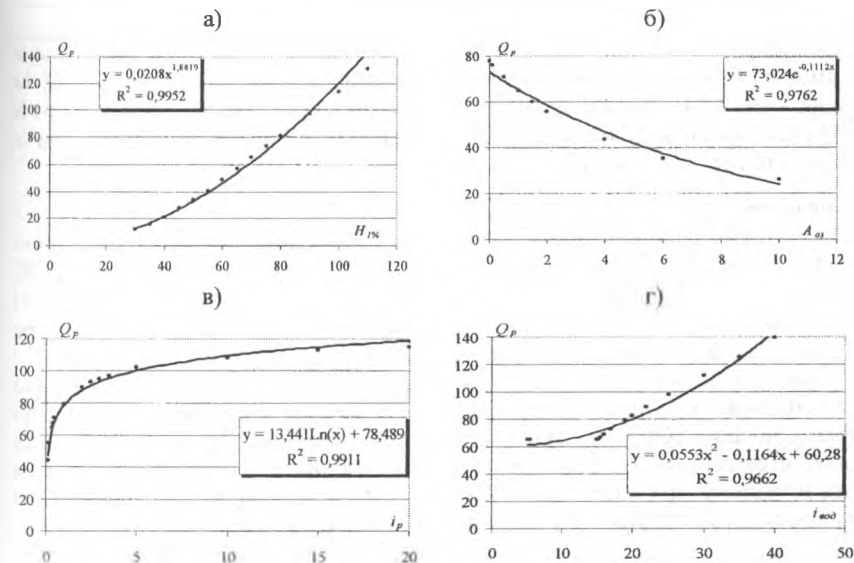


Рисунок 1 – Связь величины максимальных мгновенных расходов воды с параметрами: а) максимальным суточным слоем осадков вероятностью превышения 1 %; б) средневзвешенной озерностью; в) средневзвешенным уклоном реки; г) уклоном водосбора

Выводы

Таким образом, проведенные исследования позволили определить вклад различных параметров, входящих в формулы по определению максимального расхода воды дождевых паводков при отсутствии или недостаточности данных гидрометрических наблюдений. Получены зависимости между максимальным модулем стока дождевых паводков и суточным слоем осадков, средневзвешенной озерностью и уклонами (средневзвешенным уклоном русла и уклоном водосбора). Использование соответствующих формул и сопоставление их с эмпирическими величинами дает вполне приемлемые результаты. Однако для рек с площадью водосборов от 20 до 50 км² нет соответствующих формул для определения максимальных расходов воды дождевых паводков, что требует проведения дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Определение расчетных гидрологических характеристик / Пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2000. – 174 с. УДК 541.123.7: 628.1/2