



К ВОПРОСУ О РАСЧЁТНЫХ МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЯХ МАЛОГО ВОДОТОКА

Т. Г. Богорубова, магистрантка,
e-mail: pikinio@bk.ru

Н. Р. Ахмедова, канд. биол. наук,
доц. кафедры водных ресурсов и водопользования,
e-mail: natalya.ahmedova@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В данной работе рассмотрены способы определения максимальных уровней водотока на примере ручья, расположенного в Зеленоградском районе.

дождевые паводки, продолжительность склонового добега, коэффициент Шези

Исследования гидрологического режима водных объектов и расчёты максимальных расходов и уровней представляют интерес и в научном, и в практическом отношении. Проектирование и строительство сооружений, расположенных в русле водного объекта и на прилегающей к нему территории, невозможны без проведения инженерно-гидрометеорологических изысканий [1-2], а разработка нормативных документов должна проводиться с учётом знания и понимания процессов, влияющих на формирование гидрологических характеристик, зависимостей между различными взаимосвязанными факторами.

В настоящее время расчётные расходы для водных объектов определяют по [3], в первую очередь в зависимости от степени изученности. В [3] обозначено, что определение основных расчётных гидрологических характеристик должно основываться на данных гидрометеорологических наблюдений, опубликованных в официальных документах Росгидромета, изыскательских и других проектных организаций, а при отсутствии регулярных гидрологических наблюдений, как правило, используют метод гидрологической аналогии с привлечением реки-аналога.

В Калининградской области из 4620 водотоков [4] наблюдения проводятся на двенадцати (10 гидрологических постов по данным [5] (рис.1), 15 – по данным [6] (рис. 2)), поэтому можно сделать вывод о том, что преобладающее число водотоков нашего региона относится к неизученным, вследствие чего основным методом определения расчётных расходов является метод аналогии.

Рассматриваемый водный объект (ручей в Зеленоградском районе, недалеко от пос. Перелески) (таблица) также относится к неизученным, для определения расчётных расходов дождевых паводков использовались метод аналогии, формула предельной интенсивности стока, где площадь водосбора реки меньше 200 км² [3].

При наличии реки-аналога по III редуцированной формуле необходимо установить гидрографические характеристики, тип и механический состав почвогрунтов, слагающих водосбор, средний уклон $I_{ск}$, ‰, и густоту русловой и овражно-балочной сетей водосбора P_p , км/км² [3]. В соответствии с СП 33-101-2003 [3; 7], продолжительность склонового добега $t_{ск}$ для водотоков допускается принимать в зависимости от природных зон. Для лесной зоны, которая соответствует Калининградской области, продолжительность

склонового добегаания принимается равной 60 мин (заболоченность водосбора менее 20 %). При наличии реки-аналога продолжительность склонового добегаания тск определяют в зависимости от района типовой кривой редукции осадков и гидроморфометрической характеристики склонов Фск [3].

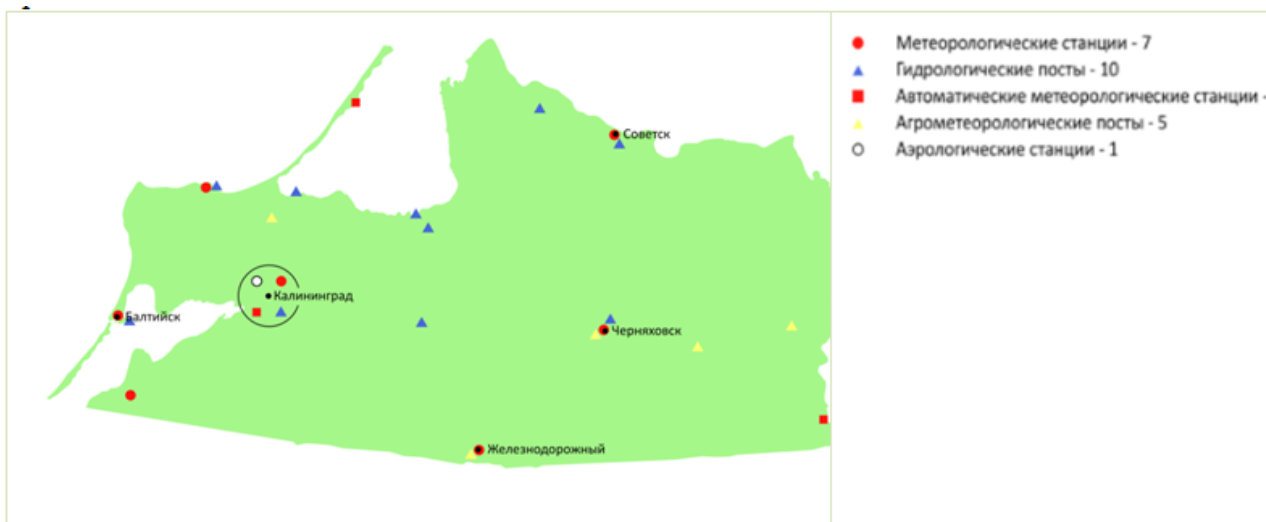


Рисунок 1 – Карта наблюдательных пунктов ФГБУ «Калининградский ЦГМС» [5]

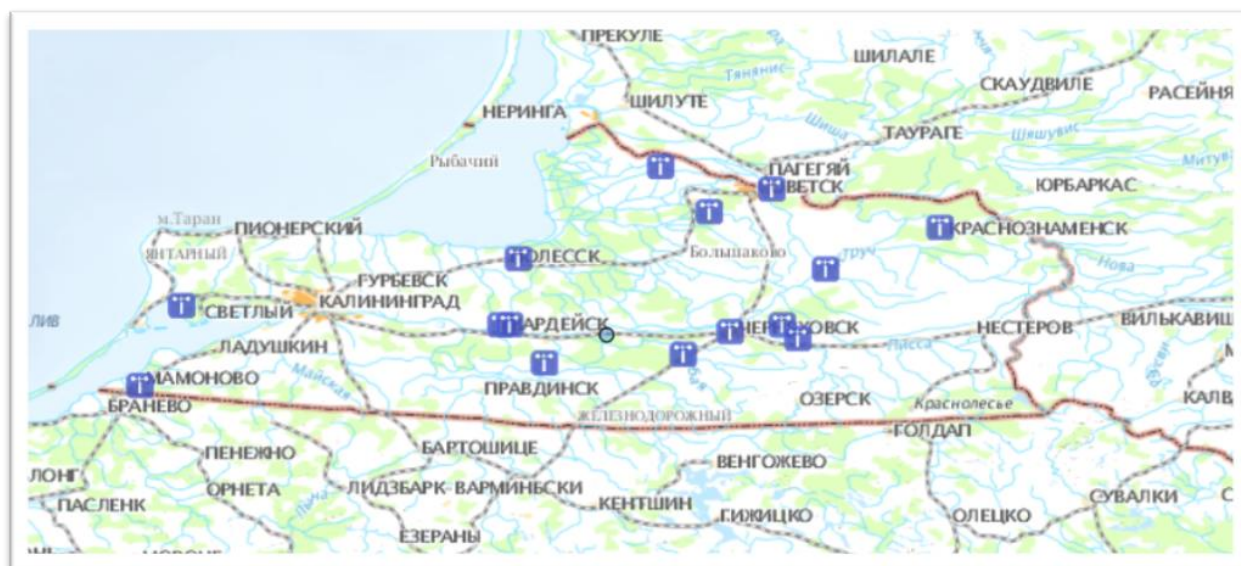


Рисунок 2 – Действующие гидрологические посты сети Росгидромета [6]

Таблица – Основные характеристики водотока и площади водосбора

Название водотока	Устье	Длина водотока L, км	Площадь водосбора A, км ²	В т. ч. леса Ал, %	В т. ч. болот, Аб, %	В т. ч. озер, Аоз, %
Ручей	Пруд Гагара	1,54	2,2	7,1	0,61	<1

При полученном значении $F_{ск} > 200$ продолжительность склонового добегаания принимается равной 200 мин, так как в справочных и нормативных документах $t_{ск} = 200$ – максимально предельное значение. Для определения максимальных расходов воды дождевого паводка был проведён расчет при $t_{ск} = 60$ и $t_{ск} = 200$. Как видно из диаграммы (рис. 3), большие расходы получаются при $t_{ск} = 60$ мин.

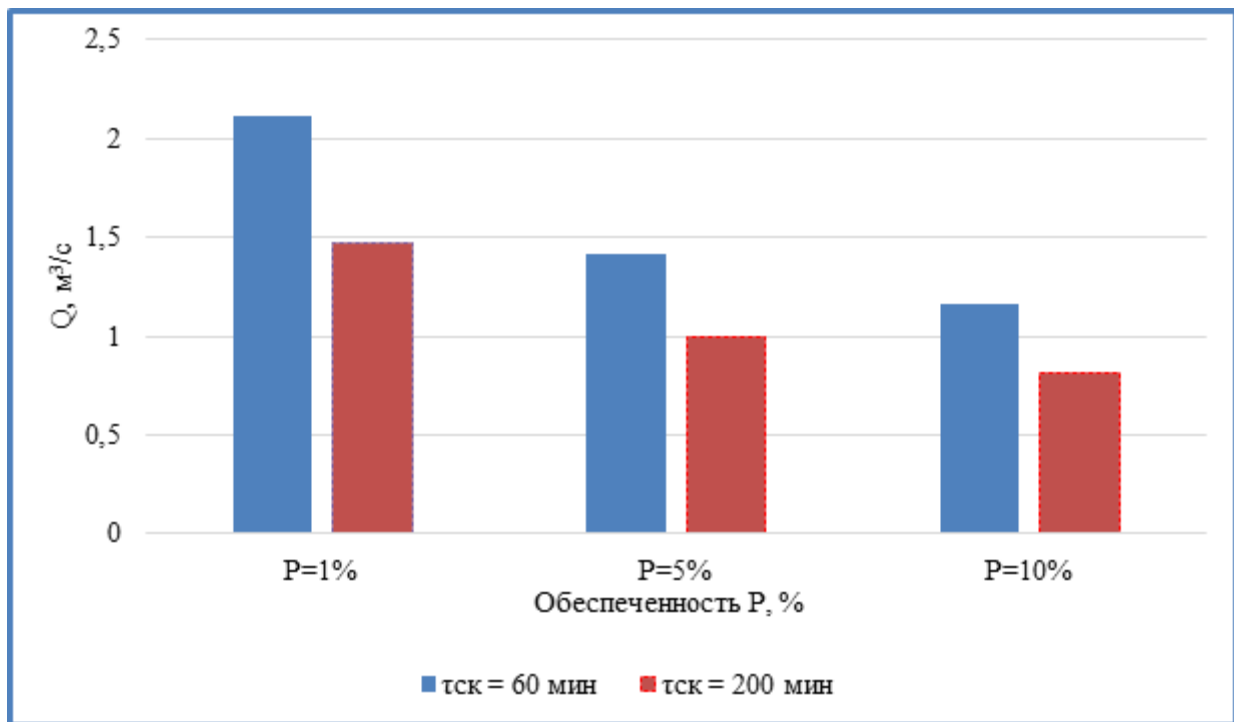


Рисунок 3 – Расчетные расходы различной обеспеченности при продолжительности склонового добегания $t_{ск} = 60$ мин и $t_{ск} = 200$ мин

Далее вычислялись расчётные уровни разной обеспеченности, необходимые при определении возможности выхода воды из русла на пойму, для чего определялась зависимость $Q=f(h)$:

$$Q(h) = w(h)C(h)\sqrt{R(h)i}, \quad (1)$$

где Q – расход, m^3/c ;
 ω – площадь живого сечения, m^2 ;
 C – коэффициент Шези, $m^{0.5}/c$;
 R – гидравлический радиус, m ;
 i – гидравлический уклон русла.

На практике для определения коэффициента Шези используют формулу Маннинга (2), но в СП 100.13330.2016 [8] при гидравлическом радиусе $R \leq 5$ рекомендуют использовать формулу Н.Н. Павловского (3):

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \quad (2)$$

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (3)$$

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1), \quad (4)$$

где n – коэффициент шероховатости русла.

Гидравлический расчет производился для русла при $n=0,022$, для поймы при $n=0,065$, коэффициент Шези рассчитывался двумя способами – по формулам Н.Н. Павловского и Маннинга. Результаты расчёта можно сравнить на рис. 4-5. Таким образом, большие расходы получаются при использовании формулы Маннинга.

На рис. 6 представлены полученные зависимости, рассчитанные при разных значениях продолжительности склонового добега (τск = 60 и τск = 200) и коэффициента Шези (по формуле (2) и (3)) для одного водотока при прочих равных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из графиков, большие уровни будут получаться при расчёте с использованием продолжительности склонового добега τск = 60 мин и формулы Н.Н. Павловского для определения коэффициента Шези, минимальные значения уровней – при продолжительности склонового добега τск = 200 мин и применении формулы Маннинга для определения коэффициента Шези.

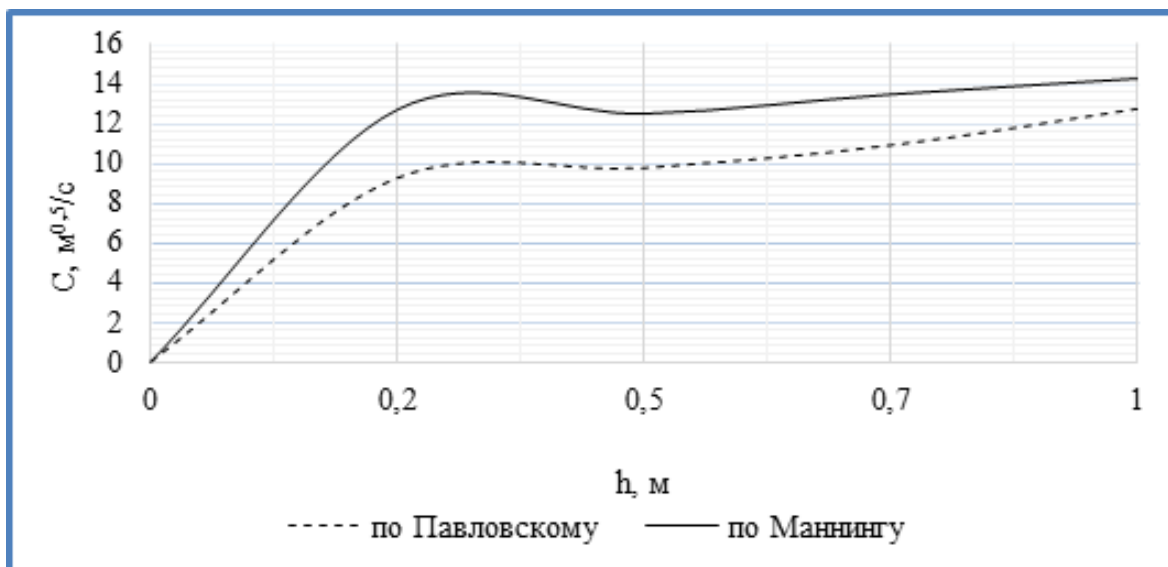


Рисунок 4 – Зависимость $C=f(h)$

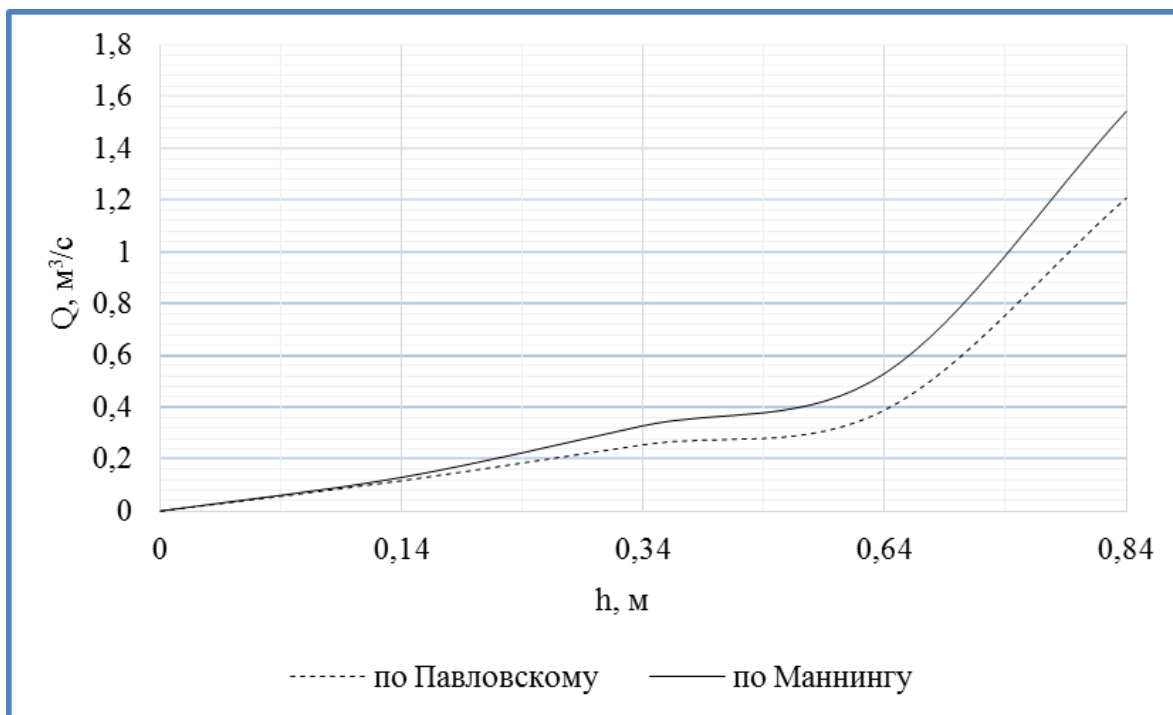


Рисунок 5 – Зависимость $Q=f(h)$ при расчёте коэффициента Шези различными методами

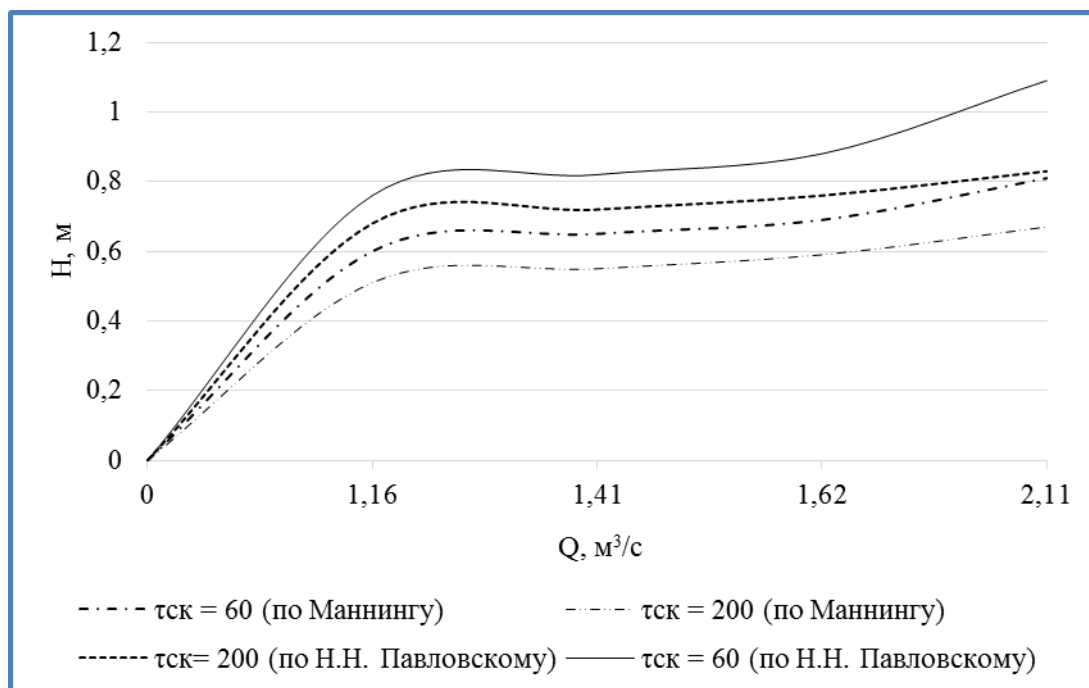


Рисунок 6 – Зависимость $Q=f(h)$

С учётом того, что основной нормативный документ [3], указывающий методы расчета максимальных расходов, ничего не регламентирует относительно расчетов уровней воды в водотоке, рекомендуем использовать при проведении инженерно-гидрометеорологических изысканий в части определения выхода воды из русла на пойму продолжительность склонового добега $t_{ск} = 60$ мин и формулу Н.Н. Павловского для определения коэффициента Шези.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства.
2. Свод правил СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства.
3. Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик.
4. Наумов, В. А. Инженерные изыскания в бассейне реки Преголи: моногр. / В. А. Наумов, Н. Р. Ахмедова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – 183 с.
5. Карта наблюдательных пунктов ФГБУ «Калининградский ЦГМС» [Электронный ресурс]. - URL: <http://meteo39.ru/map2019.html> (дата обращения: 28.04.2019).
6. Действующие гидрологические посты сети Росгидромета. [Электронный ресурс]. - URL: http://portal.esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU_RIHMI-WDC_2665 (дата обращения: 28.04.2019).
7. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / ред. А. В. Рождественский, А. Г. Лобанова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
8. Свод правил СП 100.13330.2016. Мелиоративные системы и сооружения.

TO THE QUESTION OF THE ESTIMATED MAXIMUM LOWNESS OF LOW WATER

T. G. Bogorubova,
e-mail: pikinio@bk.ru

N. R. Akhmedova, Associate Professor,
e-mail: natalya.ahmedova@klgtu.ru

Kaliningrad State Technical University

This paper discusses how to determine the maximum levels of watercourse on the example of a stream located in Zelenogradsk district.

Rain floods, duration of slope runoff, Shezy coefficient