

исходит при сокращении ширины камеры менее $3,2 D_1$ и расстояния до торцевой стенки менее $1,7 D_1$. Однако и увеличение размеров камеры сверх некоторых значений, например, расстояния до торцевой стенки более $2,9 D_1$, приводит к возрастанию значений коэффициента сопротивления, но не такому значительному, как при сокращении размеров камеры.

Характер кривых $\zeta = f(W / W_p)$ оказывается одинаковым для всех испытанных вариантов, отличающихся углом раскрытия конуса и расстоянием от его выходного сечения до потолка камеры, при этом незначительный по протяженности участок этих кривых, лежащий в пределах $W / W_p = (0,5 \div 0,8) D_1$, характеризуется минимальными значениями коэффициента сопротивления. Отводящие камеры, соответствующие по размерам отмеченному диапазону W / W_p , имеют проточный тракт такой формы, что в нем отсутствуют участки с интенсивной диффузорностью и конфузорностью. Наличие участка кривых $\zeta = f(W / W_p)$ с малыми значениями коэффициента сопротивления позволяет рекомендовать для практики отводящие камеры с размерами, лежащими в достаточно узком диапазоне, а именно: $B = (2,9 \div 3,2) D_1$; $C = (1,8 \div 2,0) D_1$; $t = (0,7 \div 0,9) D_1$.

Выводы. Правильный выбор размеров прямоугольной отводящей камеры позволяет добиться заметного снижения значений коэффициента гидравлического сопротивления диффузора с камерным отводом. Существуют камеры таких размеров, при которых коэффициент сопротивления минимален. Для испытанных в настоящей работе диффузоров, применяемых в качестве отводов осевых насосов, рекомендуются прямоугольные камеры следующих размеров (в долях от входного диаметра диффузора): ширина от 2,9 до 3,2; расстояние до торцевой (задней) стенки от 1,8 до 2,0; расстояние от выходного сечения диффузора до потолка (в случае насоса) или дна (в случае турбины) от 0,7 до 0,9.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карелин, В.Я. Гидравлические характеристики прямоосных конических диффузоров / В.Я. Карелин, Н.В. Громик, В.В. Волшанин // Гидротехническое строительство. – М., 1987. – № 3. – С. 31–35.
2. Громик, Н.В. Применение диффузоров при строительстве малых ГЭС / Н.В. Громик, Н.Н. Водчиц, С.С. Стельмашук // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 23–27.

Материал поступил в редакцию 28.03.17

HROMIK N.V., VODCHYTS N.N., STELMASHUK S.S., BAZENKOV T.N. Improvement of the flowing part of axial pump of large pumping stations

Due to the smaller size of the station unit and better hydraulic properties of the conveyance system, hydraulic power station with vertical turbine pump and chamber drainage system is considered to be economically efficient.

УДК 556.5

А.А. Волчек, О.П. Мешик, Н.Н. Шешко, Т.Н. Базенков

ВОДНЫЙ РЕЖИМ БОЛОТНОГО МАССИВА «ЗВАНЕЦ» И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЕГО ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ

Постановка проблемы. В настоящее время одной из основных задач природопользования является оценка влияния антропогенной нагрузки и степени ее воздействия на экосистему. При этом главным требованием к природопользованию является обеспечение нормального функционирования экосистемы, как в целом, так и отдельных ее частей. Сброс сточных вод в природные водные объекты является значительным фактором в антропогенном загрязнении поверхностных и подземных вод. Качество и количество сбрасываемых сточных вод в первую очередь зависят от водоприемника. При этом водоприемник рассматривается в самый критический период, период минимальной водности.

В соответствии с действующими в настоящее время нормативно-техническими документами расчетным является минимальный месячный (минимальный 30-суточный) расход воды в русле 95% обеспеченности. Кроме этого необходимо знать следующие параметры русла водоприемника при расходе воды 95% обеспеченности

минимального среднемесячного расхода: средняя глубина и ширина русла; средняя скорость воды; средняя температура воды за теплый (холодный период) и т. д. В случае наличия длительных гидрологических наблюдений в расчетном створе задача определения вышеперечисленных параметров подробно описана в соответствующей нормативно-технической документации.

В случае отсутствия данных гидрологических наблюдений, согласно требованиям нормативных документов, необходимы натурные исследования [3]. Однако конкретных рекомендаций по их использованию нет, особенно при разовых экспедиционных исследованиях.

Целью настоящего исследования является разработка механизмов управления процессом естественного восстановления водного режима на территории заказника «Званец». В качестве основных причин необходимости управления водным режимом является то, что данная территория со всех сторон граничит со значительно антропогенно-преобразованными ландшафтами. К ним

Шешко Николай Николаевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267, e-mail: optimum@tut.by.

можно отнести дорожную сеть, сельскохозяйственные угодья, рыбоводческие пруды, населенные пункты. Это все в значительной степени усложняет естественное существование данного болотного массива. Для поддержания в этих условиях биологического разнообразия хотя бы на текущем уровне необходимо иметь четкое представление об источниках формирования водных ресурсов, путях их расходования и интенсивности данных процессов во времени. Такая комплексная информация позволит спроектировать (предусмотреть) инженерно-технические мероприятия по минимально инвазивному управлению водным режимом.

Методы и расчетные зависимости. Анализ современных методов математического моделирования показал, что для решения поставленной задачи наиболее приемлемыми являются имитационные и численные методы: метод Монте-Карло, численное интегрирование, итерационное решение уравнений и т. п.

Для определения средней глубины потока и его средней скорости для расходов воды различной обеспеченности в отдельном створе необходимо решение двух отдельных задач:

— устроить временный (для разовых наблюдений) водомерный пост и измерить основные характеристики потока;

— определить водность года исследуемого водотока.

Устройству водомерного поста предшествует выбор участка реки и место для установки постовых устройств. Выбору участка реки должно предшествовать предварительное всестороннее ознакомление с районом по литературным данным, архивным материалам и другим источникам и рекогносцировочное обследование реки.

В результате предварительного ознакомления с материалами по району предполагаемого гидрологического поста необходимо выявить:

— основные черты гидрологического режима реки: характер колебаний уровня, расход и мутность, ледовые явления и т. п.;

— гидрографические и морфометрические характеристики участка;

— современное состояние и перспективы развития водного хозяйства;

— наличие знаков геодезической сети, высотных реперов, пунктов триангуляции и полигонометрии, могущих служить для планово-высотной привязки геодезической основы участка;

— наличие крупномасштабных карт, планов, профилей реки и т. п.;

— современное состояние путей сообщения и средств связи.

По результатам предварительного анализа намечается один или несколько участков реки, после чего производится рекогносцировка местности и окончательный выбор участка.

Рекогносцировочное обследование производится не только в пределах намеченного участка, а значительно шире. Длина участка рекогносцировочного обследования определяется местными условиями и особенностями водного объекта. Рекогносцировка участка обычно выполняется во время летней межени, когда наилучшим

образом можно охарактеризовать рельеф русла, поймы и берегов, растительность, грунты и т. п. Характеристики состояния реки в половодье и зимний период выявляются путем опроса местного населения.

По результатам рекогносцировочного обследования оформляются следующие материалы:

1. Проводится копирование с карты крупного масштаба, исправленной и дополненной по материалам рекогносцировки. На копии показываются следующее: выбранный участок в виде контура, урезы при наивысшем уровне, контуры меженного русла и коренных берегов, основные элементы рельефа поймы и ситуации.

2. Приводятся поперечные профили на характерных сечениях русла.

3. Дается описание обследованного участка реки и выбранного участка гидрометрического поста, которое включает:

а) дополнительные сведения об основных чертах гидрологического режима реки и данные по морфологии участка;

б) сведения о водохозяйственном использовании реки;

в) заключение о пригодности участка реки для организации на нем гидрологических наблюдений.

По результатам стандартных гидрометрических работ определяются отметки характерных точек русла на основе которых строится поперечный профиль русла, и вычисляются площади поперечного сечения, смоченный периметр и гидравлический радиус для различной глубины наполнения. При этом рекомендуется использовать расчетную формулу вычисления площади многоугольника вида:

$$\omega = 1/2 \sum_{i=1}^n (x_i (y_{i+1} - y_{i-1})); \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}; \quad (2)$$

где x_i и y_i – координаты i -й точки рассматриваемого многоугольника (рисунок 1), m ; n – количество точек многоугольника.

Таким образом, задаваясь приращением глубины Δh , можно построить зависимость площади поперечного сечения ω и средней глубины h_{cp} . Приращение глубины принимается в зависимости от выраженности рельефа дна водотока, но рекомендуется принимать количество итераций $\tau > 25$, тогда $\Delta h = (Y_{max} - Y_{min}) / \tau$. Аналогично определяется зависимость смоченного периметра χ и гидравлического радиуса R .

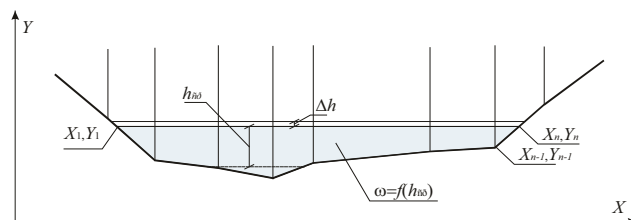


Рисунок 1. Схема численной обработки данных промерных работ

Используя полученные массивы $[\omega, h_{cp}]$ и $[R, h_{cp}]$, выполняется оценка параметров регрессионной модели вида:

$$z = \alpha \cdot h_{cp}^2 + \beta \cdot h_{cp} + \varphi, \quad (3)$$

где z – прогнозируемый геометрический параметр русла; α, β, φ – константы регрессионного уравнения.

Определение зависимости площади живого сечения от средней глубины в форме функции вида (3) дает возможность численного решения уравнения Шези по средней глубине потока:

$$Q_{p\%} = \omega_{p\%} C_{p\%} \sqrt{R_{p\%}}, \quad (4)$$

где $C_{p\%}$ – коэффициент Шези, $m^{0.5}/c$; $i = i_0$ – гидравлический уклон, при равномерном установившемся движении можно принять как средний уклон дна водотока (первое допущение).

$$\begin{cases} Q_{p\%} = \omega_{p\%} C_{p\%} \sqrt{R_{p\%}} i \\ \omega_{p\%} = \alpha_{\omega} \cdot h_{cp\%}^2 + \beta_{\omega} \cdot h_{cp\%} + \varphi_{\omega} \\ R_{p\%} = \alpha_R \cdot h_{cp\%}^2 + \beta_R \cdot h_{cp\%} + \varphi_R \\ C_{p\%} = \frac{R_{p\%}^{2.5\sqrt{n}-0.13-0.75\sqrt{R_{p\%}}(\sqrt{n}-0.1)}}{n} \end{cases} \quad (5)$$

Как видно из уравнения (5), имеем количество неизвестных больше, чем количество уравнений. Исходя из этого, предполагаем (второе допущение), что измеренные значения гидравлических характеристик стока $Q_{изм}$, $R_{изм}$, $\omega_{изм}$, $C_{изм}$, i и искомая средняя глубина воды заданной обеспеченности относятся к одному гидрологическому сезону. Исходя из этого, можно определить шероховатость русла водотока, используя формулу Н.Н. Павловского [1; 2]:

$$C_{изм} = \frac{R_{изм}^{2.5\sqrt{n}-0.13-0.75\sqrt{R_{изм}}(\sqrt{n}-0.1)}}{n}, \quad (6)$$

где $C_{изм}$ – коэффициент Шези, определяемый на основе измеренных значений расхода и параметров поперечного сечения русла водотока, $m^{0.5}/c$.

Формула Н.Н. Павловского принята как наиболее устойчивая в условиях малых значений гидравлического радиуса. Аналогичная ей формула И.И. Агроскина дает зачастую отрицательные значения коэффициента Шези при малых гидравлических радиусах и в нашем случае не применима.

Также необходимо отметить, что при численном решении уравнения (5) необходимо учитывать границы применимости регрессионных уравнений, то есть решение данного уравнения должно находиться в пределах $0 < h_{cp\%} < h_{cp\%max}$. Так как экстраполяция данных зависимостей может привести к ошибочным результатам.

На следующем этапе камеральной обработки проводятся исследования с целью выявления водности гидрологического года для исследуемой реки.

Для определения водности текущего года необходимо подобрать реку-аналог, имеющую длинный ряд наблюдений за гидрологическим режимом. Как показал предварительный анализ, водность года с высокой достоверностью аппроксимации (корреляция $> 0,75$) определяют месяцы, предшествующие расчетному. При определении параметров функции распределения (трехпараметрическое гамма-распределение) применим метод наибольшего правдоподобия, для которого имеем систему уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial b} \left(\log \prod_{i=1}^k \left[\left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{1}{b}} \frac{1}{Q_i \cdot b \cdot \Gamma(\gamma)} \left(\frac{Q_i}{Q} \right)^{\frac{1}{b}-1} e^{-\left(\frac{\Gamma(\gamma+b) Q_i}{\Gamma(\gamma) Q} \right)^{\frac{1}{b}}} \right] \right) = 0 \\ \frac{\partial}{\partial \gamma} \left(\log \prod_{i=1}^k \left[\left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{1}{b}} \frac{1}{Q_i \cdot b \cdot \Gamma(\gamma)} \left(\frac{Q_i}{Q} \right)^{\frac{1}{b}-1} e^{-\left(\frac{\Gamma(\gamma+b) Q_i}{\Gamma(\gamma) Q} \right)^{\frac{1}{b}}} \right] \right) = 0 \\ \frac{\partial}{\partial Q} \left(\log \prod_{i=1}^k \left[\left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{1}{b}} \frac{1}{Q_i \cdot b \cdot \Gamma(\gamma)} \left(\frac{Q_i}{Q} \right)^{\frac{1}{b}-1} e^{-\left(\frac{\Gamma(\gamma+b) Q_i}{\Gamma(\gamma) Q} \right)^{\frac{1}{b}}} \right] \right) = 0 \end{cases}, \quad (7)$$

где b , γ , Q – искомые параметры распределения случайной величины расхода воды; $\Gamma(\gamma)$ – гамма-функция; k – количество лет наблюдений; Q_i – расход воды в водотоке в i -й год, m^3/c .

Для реки-аналога строится регрессионная зависимость стока реки за первые месяцы года и водности года в целом (более обоснованно использовать гидрологический год). То есть находится статистическая связь функций распределения случайной величины среднегодового стока реки и среднего стока за несколько месяцев года:

$$F(Q_{год}) = \psi \cdot F'(Q_{cp\ n\ мес}) + \zeta, \quad (8)$$

где $Q_{год}$ – среднегодовой сток реки, m^3/c ; $Q_{cp\ n\ мес}$ – средний сток реки за n месяцев года, m^3/c ; $F'(Q_{cp\ n\ мес})$ – значение плотности распределения случайной величины среднего стока реки за n месяцев года; $F(Q_{год})$ – значение плотности распределения случайной величины среднегодового стока реки; ψ и ζ – параметры регрессионной модели.

В результате обработки данных наблюдений строится ряд линейных зависимостей (8) при различном количестве используемых среднемесячных значений (от 1 до 11 месяцев).

Из ряда построенных линейных зависимостей (8) для различного количества используемых среднемесячных значений (от 1 до 11 месяцев) на основе сопоставления полученной точности линейной аппроксимации и критического её значения выполняется выбор расчетной зависимости. На основе данной зависимости производится расчет значения водности текущего года. Перенос водности года реки-аналога на исследуемую реку, получаем возможность обоснованного выбора внутригодового распределения стока согласно [3] и в свою очередь оценки расчетного значения среднегодового стока при текущем уровне водности года. Таким образом, измеренный расход в створе временного гидрологического поста можно сопоставить с расчетным его значением и провести первичную верификацию полученных данных.

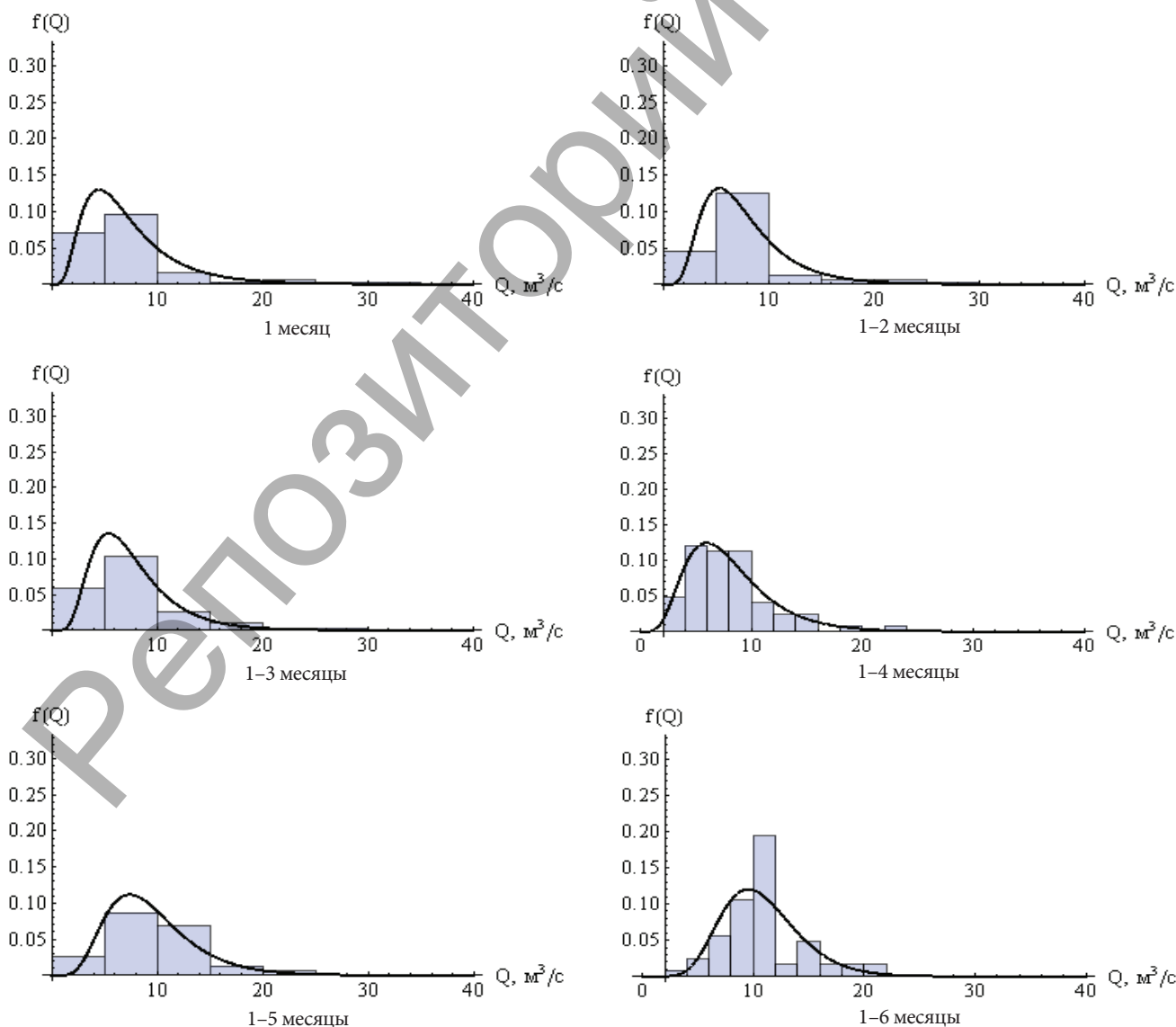
Анализ результатов исследования. Для проверки предложенных подходов была выбрана река Лесная, протекающая в пределах природно-территориального комплекса «Беловежская пуща» (ПТК БП). Для данной реки имеются данные многолетних наблюдений по посту Замосты, продолжительность которых составляет 64 года (1946–2009 гг.). Однако в случае проведения исследований в другом створе мы не можем полностью переносить характеристики данной реки. Для исследования был оборудован гидрометрический створ для проведения разовых измерений и построения профиля поперечного сечения русла водотока. Для проведения поверочных вычислений полагаем, что текущим годом является 2009 г. и сроки проведения промерных работ приходятся на июнь месяц.

Исходя из приведенного выше, необходимо определить водность текущего года. Для чего с использованием метода наибольшего правдоподобия определены параметры функции распределения стока реки. В таблице 1 представлены результаты решения уравнения (7) с использованием различного количества месяцев для

оценки среднегодового стока реки (водности года). Для графического анализа результатов решения (оценки параметров функции распределения) уравнения (7) на рисунке 2 представлены теоретическая функция распределения случайной величины и гистограмма распределения наблюдаемых значений.

Таблица 1. Параметры функции распределения расхода р. Лесная п. Замосты

Количество и номера месяцев в осреднении	b , безразмерный	\bar{Q} , безразмерный	\bar{Q} , м ³ /с
1 (1)	20,8	1310	7,36
2 (1-2)	18,7	1410	7,74
3 (1-3)	10,4	469	7,63
4 (1-4)	2,50	27,9	8,06
5 (1-5)	2,15	24,6	9,48
6 (1-6)	1,33	16,6	10,8
7 (1-7)	1,81	32,7	10,4
8 (1-8)	1,45	22,8	9,74
9 (1-9)	1,33	19,7	9,18
10 (1-10)	1,38	21,8	8,72
11 (1-11)	1,38	22,6	8,31
12 (1-12)	2,42	72,7	8,09



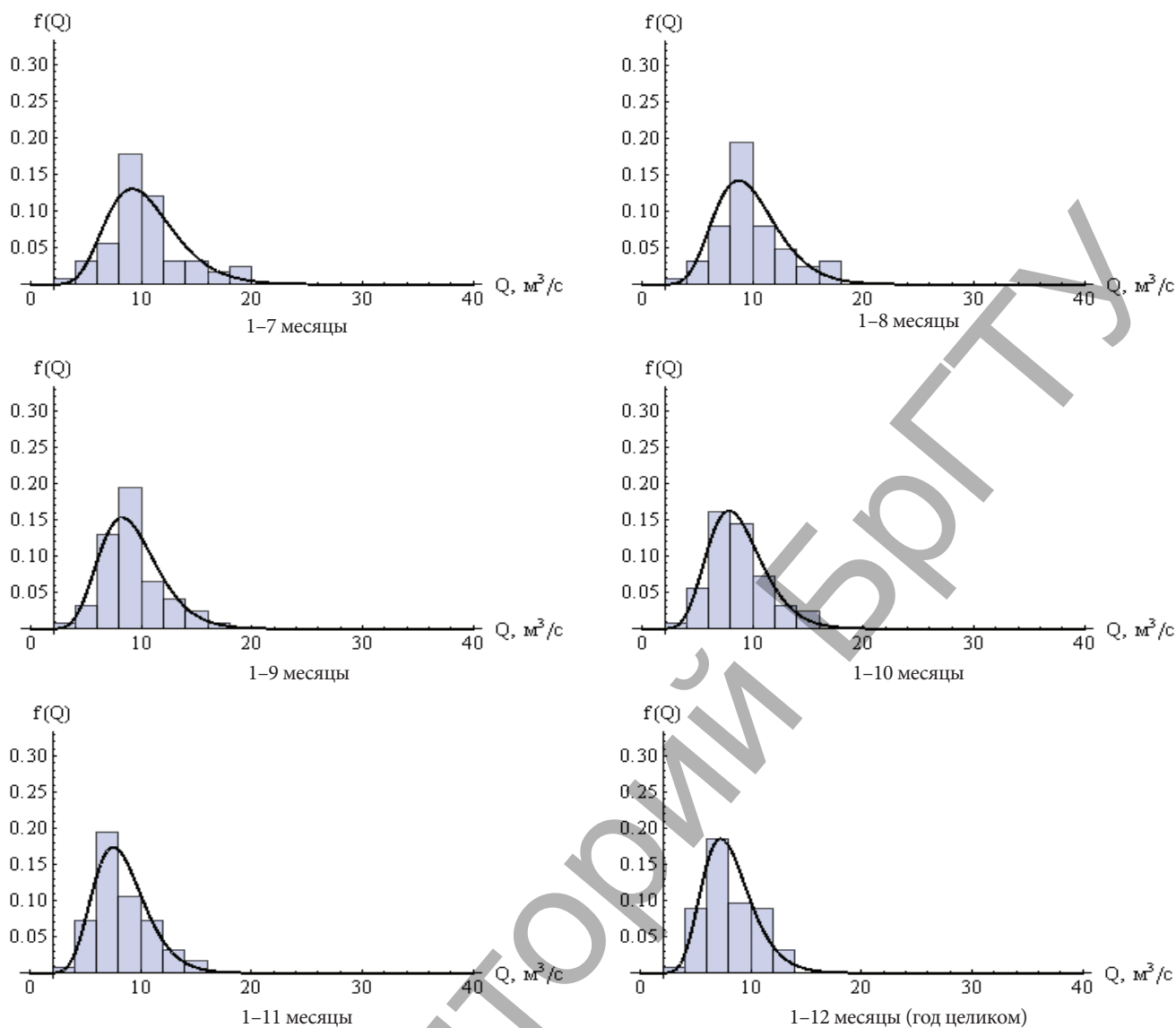


Рисунок 2. Гистограмма расходов воды реки Лесная п. Замосты и найденные функции распределения

Используя полученные параметры функции трех-параметрического гамма-распределения, выполнена оценка водности реки за весь период наблюдения при различном количестве используемых данных наблюдений за среднемесячными расходами реки (9):

$$P_{\text{ср п мес}} = F(Q_i) = \int_0^{Q_i} \left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{z}{b}} \frac{1}{\bar{Q} \cdot b \cdot \Gamma(\gamma)} \left(\frac{Q}{\bar{Q}} \right)^{\frac{z}{b}-1} e^{-\left(\frac{\Gamma(\gamma+b)}{\Gamma(\gamma)} \right)^{\frac{z}{b}} \frac{Q}{\bar{Q}}} dQ$$

На основе расчетных значений водности года строится ряд моделей (11 моделей) формы (8). В результате чего выявлены наиболее подходящие с точки зрения поставленных задач несколько моделей и приведены на рисунке 3 совместно с коэффициентом детерминации линейной аппроксимации. Как видно из рисунка 3, резкое повышение доли дисперсии водности года, описанной дисперсией водности сезона, наблюдается при использовании сезона ноябрь-апрель с коэффициентом корреляции $R = 0,86$. Исходя из этого, для оценки водности текущего года можно использовать величину стока за сезон ноябрь-апрель.

Гидрологический год для р. Лесная в 2009 г. на основе полученной зависимости (8) является маловодным с обеспеченностью $P = 84\%$. Тогда, имея значение площади водосбора реки в исследуемом створе, и с использованием карт модулей стока среднегодовой расход р. Лесная 84% обеспеченности составит $Q_{84\%} = 3,48 \text{ м}^3/\text{с}$ [3]. На основе гидрометрических работ, проводимых в июне 2009 года, измеренный расход составил $Q_{\text{изм}} = 4,67 \text{ м}^3/\text{с}$. Исходя из этого, видно, что условие второго допущения выполняется. Коэффициент шероховатости русла и уклон свободной поверхности водотока можно принимать как константу в рамках одного гидрологического сезона по водности. Измеренный коэффициент шероховатости для данной реки с использованием зависимости (6) составил $n = 0,05$, а уклон свободной поверхности воды $i = 0,17 \cdot 10^{-3}$. По результатам промеров формы поперечного сечения построены регрессионные зависимости площади поперечного сечения от средней глубины, а также гидравлического радиуса от средней глубины:

$$\begin{aligned} \omega_{p\%} &= 10,0 \cdot h_{\text{ср}}^2 + 15,1 \cdot h_{\text{ср}} + 0,110; \\ R_{p\%} &= 0,011 \cdot h_{\text{ср}}^2 + 0,997 \cdot h_{\text{ср}} + 0,00. \end{aligned}$$

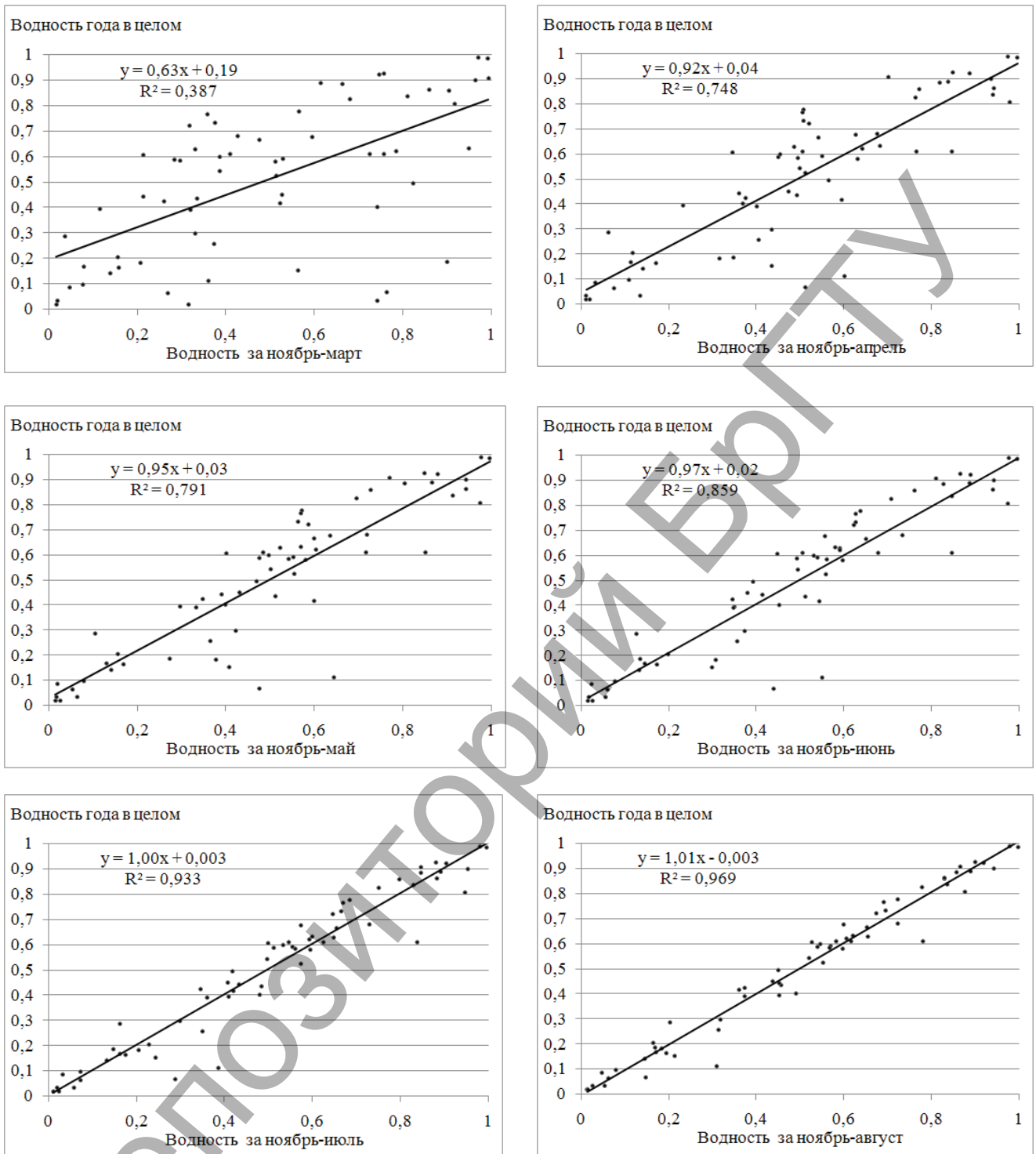


Рисунок 3. Регрессионные модели оценки водности текущего года

Решая уравнение (5) относительно средней глубины при расходе 95% $Q_{95\%} = 2,5 \text{ м}^3/\text{с}$ [3] получили $h_{cp\ 95\%} = 0,65 \text{ м}$. В качестве графической реализации задачи данного исследования можно представить график зависимости расхода реки от средней глубины по исследуемому створу (рисунок 4). Используя аналогичные подходы, возможно определение средней скорости потока и ширины реки по урезам при заданном расходе воды, которые в данном случае составили $V_{95\%} = 0,18 \text{ м/с}$ и $B_{95\%} = 21,7 \text{ м}$.

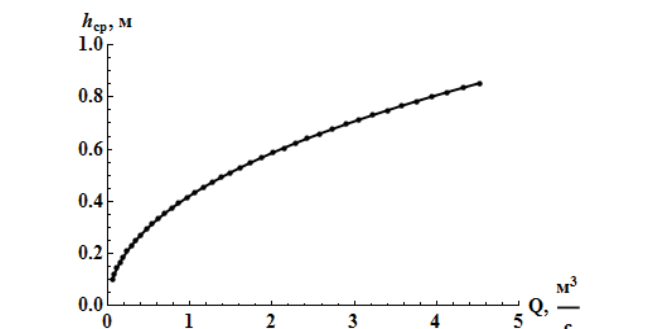


Рисунок 4. Кривая связи расхода от средней глубины потока р. Лесная в исследуемом створе

Таким образом, используя разовые измерения гидрологических характеристик стока реки, возможно получить расчетные параметры водотока (средняя глубина, ширина поверху водотока, средняя скорость) значения, соответствующие расходу реки различной обеспеченности.

Заключение. В настоящей статье рассмотрены современные подходы к оценке отдельных расчетных параметров малых водотоков, для которых не велись многолетние наблюдения за стоком. Предложенные подходы были применены для оценки средней глубины потока р. Лесная в районе г. Бреста при пропуске расхода 95% обеспеченности. В случае применения предложенной системы расчетных зависимостей для решения конкретных народно-хозяйственных и технических задач является важным проверка соответствия периода

проведения натурных исследований гидрологическому периоду искомой характеристики (второе допущение).

Описанные подходы позволили выполнить оценку таких параметров потока, как средняя глубина, ширина водотока и средняя скорость при заданном расходе воды расчетной обеспеченности для естественных водотоков.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чугаев, Р.Р. Гидравлика (учебник для вузов) / Р.Р. Чугаев. – Л.: Энергия, 1975. – С. 145–147.
2. Скворцов, Л.С. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения: учебник для вузов. – М.: Архитектура – 2008. – С. 120–123.
3. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики: ТКП 45-3.04-168-2009(02250) - Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 55 с.

Материал поступил в редакцию 04.05.17

VOLCHEK A.A., MESHNIK O.P., SHESHKO N.N., BAZENKOV T.N. Excluding one-time hydrometric measurements to determine the main hydrological characteristics and parameters of the channel

The article deals with modern approaches to estimate the parameters of the functions of the distribution of river runoff. An algorithm for estimating the parameters of river flow corresponding to a given security, based on one-time hydrometric measurements. Their practical applicability and efficiency have been shown in data processing surveying work on the Lesnaya river near the town of Brest. Values of medium depth, width of the river on top and average speed at the rate of 95% availability have been given. Silt. 4. Tab. 1. Bibliogr.: 3 names.

УДК 551.482.215(476)

Ан.А. Волчек

ЗАТОПЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Введение. Изучение закономерностей формирования и развития природных процессов с целью их прогнозирования и управления водными ресурсами является основной задачей инженерной гидрологии. Управление водными ресурсами — одна из важнейших практических задач водного хозяйства, решение которой возможно лишь на основе познания закономерностей формирования водного режима территории. Участвовавшие случаи экстремальных гидрологических явлений приводят к серьезным экономическим ущербам и даже к гибели людей. Это требует более глубокого анализа гидрологического режима и характера весенних половодий рек при проектировании водохозяйственных объектов и управления водными ресурсами.

Весеннее половодье — характерная фаза естественного водного режима рек Беларуси. Половодья сопровождаются разливами рек, которые в многоводные годы при максимальных подъемах уровней воды приобретают характер катастрофических явлений (наводнения), что приводит к затоплению населенных пунктов, сельскохозяйственных земель, разрушению мостов, дорог и т. д.

По статистике ООН, на долю наводнений приходится 26% общего числа жертв и 32% стоимости поврежденного имущества [1]. Наводнения занимают первое место

в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территорий и материальному ущербу. Рост убытков, наносимых наводнением экономике стран, связан с увеличением интенсивности и повторяемости наводнений из-за усиления хозяйственного использования территорий водосборов [2, 3, 4].

Доля весеннего стока для рек Беларуси колеблется в пределах 40–60% от годовой величины.

Основные гидрологические параметры весеннего половодья не являются стабильными величинами. Под влиянием и при участии комплекса разнообразных по генезису и динамике факторов они непрерывно изменяются как по территории, так и во времени. Совокупность этих причин можно разделить на природные и антропогенные, которые различаются характером и последствиями своего влияния на формирование половодья.

Природные причины определяют пространственно-временные колебания весеннего половодья в зависимости от различий физико-географических условий, а также под влиянием годового и векового хода климатических условий, влияющих на формирование максимальных расходов воды. Внутригодовые колебания происходят постоянно, вековые — сравнительно медленно, распространяются на довольно обширные территории

Волчек Анастасия Александровна, к.т.н., доцент, доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267