

УДК 504.064.2; 551.48+627.133: 519.876

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ВОДОТОКА ВДОЛЬ РЕКИ

Мазуркин П.М., Колесников А.П.

*Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола,
e-mail: kaf_po@mail.ru*

Изобретение по патенту 2429491 относится к гидрометрии и гидрологии уровневого режима реки и может быть использовано при экологическом мониторинге рек и их прибрежных ландшафтов, в частности при изучении динамики поверхностной скорости водотока реки в зависимости от её ширины, максимальной глубины и уклона реки по гидрометрическим створам.

Ключевые слова: малая река, водотоки, скорость воды, измерение, закономерности

WAY OF MEASUREMENT OF SPEED OF THE WATERWAY ALONG THE RIVER

Mazurkin P.M., Kolesnikov A.P.

Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

The invention according to the patent 2429491 belongs to a hydrometry and a hydrology of a-level mode of the river and can be used at environmental monitoring of the rivers and their coastal landscapes, in particular when studying dynamics of superficial speed of a waterway of the river depending on its width, the maximum depth and a river bias on hydrometric alignments.

Keywords: small river, waterways, water speed, measurement, regularities

Описание заявки на изобретение приводим полностью.

Изобретение относится к гидрометрии и гидрологии уровневого режима реки и может быть использовано при экологическом мониторинге рек и их прибрежных ландшафтов, в частности при изучении динамики поверхностной скорости водотока реки в зависимости от её ширины, максимальной глубины и уклона реки по гидрометрическим створам.

Известен способ измерения скорости водотока поплавками (см. книгу: Дилов В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. – М.: Гидрометеиздат, 1977. – С.148 – 151) [1].

Недостатком этого способа является невысокая точность измерения скорости водотока. Кроме того, недостатком этого способа является то, что он не позволяет учитывать изменение скорости на поверхности водотока в зависимости от ширины реки, максимальной её глубины и уклона водной поверхности в месте измерения скорости водотока.

Известен также способ измерения скорости водотока (Пат. 2257589 Российская Федерация, МПК⁷ G 01 P 3/40. Способ измерения скорости водотока / Мазуркин П.М., Веретельник Д.А., Кожина С.А. (РФ); заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. – №2004102546/28; заявл. 28.01.04; опубл. 27.07.05, Бюл. № 21), включающий применение линейки с делениями, причем линейку с делениями выполняют

плавающей, а в ходе замеров плавающую линейку отпускают по течению водотока.

Недостатком этого способа также является то, что он не позволяет учитывать изменение скорости на поверхности водотока в зависимости от ширины реки, максимальной её глубины и уклона водной поверхности в месте измерения скорости водотока.

Технический результат – расширение функциональных возможностей способа определения изменения скорости воды на поверхности водотока вдоль реки по нескольким гидрометрическим створам.

Этот технический результат достигается тем [3], что способ измерения скорости водотока вдоль реки, включающий применение плавающей линейки с делениями, а в ходе замеров плавающую линейку отпускают по течению водотока, отличающийся тем, что вдоль реки намечают участок с гидрометрическими створами, в каждом гидрометрическом створе измеряют среднюю скорость водотока, а также ширину реки, её максимальную глубину и уклон водотока, после чего статистическим моделированием выявляют трехфакторную закономерность динамики средней скорости водотока вдоль участка реки.

На выбранном участке реки намечают не менее пяти гидрометрических створов.

Среднюю скорость водотока измеряют при использовании поплавков не менее из 10 измерений. Для повышения точности картины изменения скорости водотока

ка вдоль участка реки моменты измерений каждого значения скорости водотока синхронизируют во времени, а измерения на всех гидрометрических створах участка реки проводят одновременно.

Статистическим моделированием выявляют трехфакторную закономерность динамики средней скорости водотока вдоль реки по формуле:

$$v = v_{\lambda} (v_B + v_{H_{\max}}), \quad (1)$$

$$v_{\lambda} = a_1 \lambda^{a_2} \exp(-a_3 \lambda), \quad v_B = \exp(-a_4 B^{a_5}),$$

$$v_{H_{\max}} = a_6 \exp(a_7 H_{\max}^{a_8}),$$

где v – средняя скорость водотока в створе, м/с; v_{λ} – компонента закономерности, показывающая влияние уклона водотока, м/с; v_B – относительная компонента, показывающая влияние ширины реки на изменение скорости водотока вдоль участка реки; $v_{H_{\max}}$ – относительная компонента, показывающая влияние максимальной глубины водотока на изменение скорости вдоль участка реки; B – ширина реки в створе, м; H_{\max} – максимальная глубина водотока, м; λ – уклон водотока в данном гидрометрическом створе, ‰.

Сущность технического решения заключается в том, что вдоль реки для определения изменчивости скорости у водотока измерения проводят не менее чем на пяти гидрометрических створах.

Сущность также заключается в том, что одновременно измеряют ширину реки, максимальную глубину и уклон водной поверхности на каждом гидрометрическом створе. А затем выявляют статистические закономерности изменения скорости водотока от трех факторов (ширина реки, максимальная её глубина и уклон водной поверхности) по всем измеренным гидрометрическим створам.

Положительный эффект достигается тем, что не требуется измерять глубины по всей ширине реки, а также в дальнейших гидравлических и гидрологических расчетах, например, расхода воды в реке, применяется выявленная по результатам измерений трехфакторная статистическая закономерность.

Новизна технического решения заключается в том, что впервые измеряется скорость водотока не на одном створе, а на участке вдоль реки не менее чем на пяти гидрометрических створах.

Предлагаемое техническое решение обладает существенными признаками, расширяющими практическую применимость, новизной и значительным положительным эффектом. Материалов, порочащих новизну технического решения, нами не обнаружено.

Способ измерения скорости течения на поверхности водотока вдоль реки включает в себя следующие действия.

Вдоль реки намечают участок с гидрометрическими створами, в каждом гидрометрическом створе измеряют среднюю скорость водотока, а также ширину реки, её максимальную глубину и уклон водотока. После чего статистическим моделированием выявляют трехфакторную закономерность динамики средней скорости водотока вдоль участка реки.

На выбранном участке реки намечают не менее пяти гидрометрических створов. Среднюю скорость водотока измеряют при использовании поплавков не менее из 10 измерений.

Для повышения точности картины изменения скорости водотока вдоль участка реки моменты измерений каждого значения скорости водотока синхронизируют во времени, а для этого измерения на всех гидрометрических створах участка реки проводят одновременно.

Статистическим моделированием выявляют трехфакторную закономерность динамики средней скорости водотока вдоль реки по формуле:

$$v = v_{\lambda} (v_B + v_{H_{\max}}), \quad (2)$$

$$v_{\lambda} = a_1 \lambda^{a_2} \exp(-a_3 \lambda), \quad v_B = \exp(-a_4 B^{a_5}),$$

$$v_{H_{\max}} = a_6 \exp(a_7 H_{\max}^{a_8}),$$

где v – средняя скорость водотока в створе, м/с; v_{λ} – компонента закономерности, показывающая влияние уклона водотока, м/с; v_B – относительная компонента, показывающая влияние ширины реки на изменение скорости водотока вдоль участка реки; $v_{H_{\max}}$ – относительная компонента, показывающая влияние максимальной глубины водотока на изменение скорости вдоль участка реки; B – ширина реки в створе, м; H_{\max} – максимальная глубина водотока, м; λ – уклон водотока в данном гидрометрическом створе, ‰.

Способ измерения скорости водотока вдоль реки реализуется, например, на по-

верхности малой реки, например, для изучения меандрирования, следующим образом.

Вначале выбирают участок реки для изучения процессов меандрирования с одной излучиной или с несколькими излучинами.

Затем вдоль реки намечают участок с гидрометрическими створами, в каждом гидрометрическом створе измеряют среднюю скорость водотока, а также ширину реки, её максимальную глубину и уклон водотока. После чего статистическим моделированием выявляют трехфакторную закономерность динамики средней скорости водотока вдоль участка реки.

На выбранном участке реки намечают не менее пяти гидрометрических створов.

Среднюю скорость водотока измеряют при использовании поплавков не менее из 10 измерений.

Для повышения точности картины изменения скорости водотока вдоль участка реки моменты измерений каждого значения скорости водотока синхронизируют во времени, а для этого измерения на всех гидрометрических створах участка реки проводят одновременно.

Статистическим моделированием выявляют трехфакторную закономерность динамики средней скорости водотока вдоль реки по формуле:

$$v = v_{\lambda} (v_B + v_{H_{\max}}), \quad (3)$$

$$v_{\lambda} = a_1 \lambda^{a_2} \exp(-a_3 \lambda), \quad v_B = \exp(-a_4 B^{a_5}),$$

$$v_{H_{\max}} = a_6 \exp(a_7 H_{\max}^{a_8}),$$

где v – средняя скорость водотока в створе, м/с; v_{λ} – компонента закономерности, показывающая влияние уклона водотока, м/с; v_B – относительная компонента, показывающая влияние ширины реки на изменение скорости водотока вдоль участка реки; $v_{H_{\max}}$ – относительная компонента, показывающая влияние максимальной глубины водотока на изменение скорости вдоль участка реки; B – ширина реки в створе, м; H_{\max} – максимальная глубина водотока, м; λ – уклон водотока в данном гидрометрическом створе, ‰.

Пример. В измеряемых гидрометрических створах были выполнены промеры максимальных глубин по пяти гидрометрическим створам, причем скорость течения реки измерялась поплавками. Чтобы повысить точность измерений, каждую операцию с поплавками повторяли по 10 раз.

Измеренные данные на участке реки длиной $86,0 - 23,5 = 62,5$ км приведены в данных таблице.

Параметры участка реки Большая Кокшага по пяти створам

№ створа	Параметры водотока			v, м/с
	B, м	H _{max} , м	λ, ‰	
86	16	0,88	0,40	0,64
85,7	18	0,58	0,50	0,47
85,5	29,5	4,65	0,06	0,16
79	46,9	1,78	0,23	0,135
23,5	34,5	1,02	0,60	0,528

В таблице приведены следующие обозначения: B – ширина реки в створе, м; H_{\max} – максимальная глубина водотока, м; λ – уклон водотока, ‰; v – средняя скорость водотока по 10 измерениям, м/с.

После обработки данных табл. 1 было получено трехфакторное уравнение для характеристики динамики скорости водотока в зависимости от ширины реки, максимальной её глубины и уклона водотока в гидрометрическом створе вида:

$$v = v_{\lambda} (v_B + v_{H_{\max}}), \quad (4)$$

$$v_{\lambda} = 640,900 \lambda^{2,38670} \exp(-1,15043 \lambda),$$

$$v_B = \exp(-0,011879 B^{2,15854}),$$

$$v_{H_{\max}} = 0,0039763 \exp(0,32464 H_{\max}^{1,63661}),$$

где v – средняя скорость водотока по 10 измерениям, м/с; v_{λ} – компонента закономерности, показывающая влияние уклона водотока, м/с; v_B – относительная компонента, показывающая влияние ширины реки на изменение скорости водотока вдоль участка реки Большая Кокшага длиной 62,5 км;

v_{Hmax} – относительная компонента, показывающая влияние максимальной глубины водотока реки на изменение скорости водотока вдоль участка реки Большая Кокшага длиной 62,5 км.

В каждой измеренной точке относительная погрешность вышеуказанной статистической формулы, по отношению к фактическим данным скорости водотока по данным таблицы, равна нулю.

Предлагаемое техническое решение позволяет с высокой точностью измерять динамику вдоль реки значений средней скорости водотока, измеренной не менее 10 раз с помощью поплавков.

Формула изобретения

1. Способ измерения скорости водотока вдоль участка реки, включающий применение прибора для измерения значения скорости водотока в нескольких точках участка реки, отличающийся тем, что вдоль реки намечают участок с гидрометрическими створами, в каждом гидрометрическом створе многократно измеряют скорость водотока, а также ширину реки, её максимальную глубину и уклон водотока.

2. Способ измерения скорости водотока вдоль участка реки по п. 1, отличающийся тем, что на выбранном участке реки намечают не менее пяти гидрометрических створов.

3. Способ измерения скорости водотока вдоль участка реки по п. 1, отличающийся тем, что скорость водотока измеряют не менее 10 раз на одном и том же гидрометрическом створе.

4. Способ измерения скорости водотока вдоль участка реки по п. 1, отличающийся тем, что для повышения точности картины изменения скорости водотока вдоль участка реки моменты измерений каждого значения скорости водотока синхронизируют во времени, а для этого измерения на всех гидрометрических створах участка реки проводят одновременно.

5. Способ измерения скорости водотока вдоль участка реки по п. 1, отличающийся тем, что по измеренным данным статистическим моделированием выявляют трехфакторную закономерность динамики скорости водотока вдоль участка реки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дилов, В.Д. Гидрометрия / В.Д. Дилов, А.В. Васильев. – М.: Гидрометеиздат, 1977. – С.148-151.
2. Пат. 2257589 Российская Федерация, МПК⁷ G 01 P 3/40. Способ измерения скорости водотока / Мазуркин П.М., Веретельник Д.А., Кожина С.А. (РФ); заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. – №2004102546/28; заявл. 28.01.04; опубл. 27.07.05, Бюл. № 21.
3. Пат. 2429491 Российская Федерация, МПК G 01 P 5 / 00 (2006.01). Способ измерения скорости водотока вдоль реки / Мазуркин П.М., Колесников А.П.; заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. – №2009133906/28; заявл. 09.09.2009; опубл. 20.09.2011.