



(19) KG (11) 1169 (13) C1 (46) 31.07.2009

(51) G01F 23/04 (2009.01)  
G01F 1/00 (2009.01)ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПАТЕНТНАЯ СЛУЖБА  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20070064.1

(22) 11.05.2007

(46) 31.07.2009, Бюл. №7

(75) Пресняков К.А. (KG)

(73) Брякин И.В. (KG)

(56) Чернышов В.Г., Пресняков К.А. Технологические процессы на горном водозаборе донно-решетчатого типа // Бишкек: Илим, 1991. – 100 с.

**(54) Способ идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе гидротехнического сооружения**

(57) Изобретение относится к гидрометрическому и технологическому обеспечению гидротехнических сооружений (далее ГТС) и может быть использовано в процессе их эксплуатации. Задача изобретения – упрощение способа определения расхода воды и среднего содержания наносов в потоке в бьефе гидротехнических сооружений и повышение надежности предлагаемого способа. Поставленная задача решается таким образом, что в способе идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС, в потоке посредством одноточечных – на отдельных вертикалях в пределах живого сечения потока – измерений скорости воды и количества наносов и последующем установлении гидрометрической связи между уровнем и расходом воды, – количество наносов измеряют на стрежневой вертикали в точке, координату которой  $\bar{y}(\bar{S})$  вычисляют по расчетной зависимости

$$\bar{y}(\bar{S}) = -0,45 \cdot \ln \beta_{\text{нод}} + 0,45 \ln [1 + 9,04 \cdot (I_T \cdot f(\alpha))^3] + 1,46,$$

где  $\alpha, f(\alpha)$  – шероховатость и функция ее соответственно;

$I_T$  – средняя интенсивность турбулентности взвесенесущего потока воды;

$\ln \beta_{\text{нод}}$  – натуральный логарифм среднего значения параметра гравитационной теории, который определяют из эмпирического графика  $\ln \beta_{\text{нод}}, I_T$ , а тарировочные зависимости характеристик гидравлического и наносного режимов потока формируют по результатам указанных выше измерений в эксплуатационном диапазоне расходов воды в бьефе гидротехнического сооружения зависимости характеристик гидравлического и наносного режимов потока формируют по результатам указанных выше измерений в эксплуатационном диапазоне расходов воды в бьефе ГТС. Экономическая эффективность способа идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС обусловлена упрощением способа определения расхода воды и среднего содержания наносов в потоке в бьефе ГТС и повышением надежности предлагаемого способа. 2 ил.

(19) KG (11) 1169 (13) C1 (46) 31.07.2009

- (21) 20070064.1  
 (22) 11.05.2007  
 (46) 31.07.2009, Bull. №7  
 (75) Presnyakov K.A. (KG)  
 (73) Bryakin I.V. (KG)  
 (56) Chernyshov V.G, Presnyakov K.A. Technological processes in the mountain water supply point of ground-lattice type//Bishkek: Ilim, 1991. – page 100.

**(54) Way of identification of hydraulic and alluvial modes of a stream in the hydrotechnical construction pool**

(57) Invention concerns hydrometric and technological maintenance of the hydraulic engineering constructions (further HEC) and can be used in the process of their exploitation. The invention problem is simplification of the definition method of water flow discharge and of the average content of deposits in a stream in the hydraulic engineering constructions' pools, and enhancement of the offered method reliability. The task in view is decided by the method of identification of stream hydraulic and alluvial modes in a HEC pool. The calculations of water speed and quantity of deposits are performed by means of one-dot measurements in a stream and by separate verticals measurements within the stream cross-section and the subsequent establishment of hydrometric linkage between level of water and its discharge. Quantity of deposits is measured on line stream vertical in a point with  $\tilde{y}(\bar{S})$  coordinate which is determined by the design dependence

$$\tilde{y}(\bar{S}) = -0,45 \cdot \ln \beta_{\text{no}} + 0,45 \ln \left\{ 1 + 9,04 \cdot [I_T \cdot f(\alpha)]^3 \right\} + 1,46,$$

where  $\alpha, f(\alpha)$  - is a roughness and its function accordingly;

$I_T$  - the average intensity of turbulence of slurry carrying water stream;

$\ln \beta_{\text{no}}$  - the natural logarithm of the average value of the gravitational theory parameter which defines from the empirical diagram  $[\ln \beta_{\text{no}}, I_T]$ , and gauging dependences of hydraulic and alluvial modes characteristics of a stream are formed by the results of previously mentioned measurements in an operational range of water flow discharges in the engineering construction pool. The dependence between hydraulic and alluvial stream modes characteristics is formed by the results of specified above measurements within the operational range of water flow discharges in a HEC pool. Economic efficiency of the hydraulic and alluvial stream modes identification method in a HEC pool is conditioned by simplification of the water flow discharge definition and definition of the average content of deposits in a HEC pool stream, and by the enhancement of the offered method reliability. 2 ill.

Изобретение относится к гидрометрическому и технологическому обеспечению гидротехнических сооружений (ГТС) и может быть использовано в процессе их эксплуатации.

Известен способ определения расхода воды на основе многоточечных измерений скорости (Железняков Г.В. Гидрология и гидрометрия // М.: Высшая школа, 1981. – С. 124), заключающийся в том, что в измерительном створе назначают 5 вертикалей, на каждой из которых – по 5 точек измерения на расстояниях от дна: у дна; 0.2; 0.4; 0.8 глубины потока; у поверхности, а измеритель скорости, например, гидрометрическую вертушку, помещают последовательно в каждую из указанных точек на каждой из вертикалей измерения и производят замеры скорости воды.

Обычно для выявления условий функционирования ГТС необходимо знание гидрометрической связи между уровнем ( $h$ ) и расходом ( $Q$ ) воды в бьефе сооружения. Для этого достаточно, как минимум, получение 10 тарировочных точек в эксплуатационном диапазоне ( $h_1, Q_1, \dots, h_i, Q_i, \dots, h_{10}, Q_{10}$ ), для каждой из которых проводят полный комплекс (т.е. 25 опытов в пределах живого сечения потока) измерений скорости воды, а в целом для связи  $h=h(Q)$  – 250 измерений.

Недостаток известного способа обусловлен большим объемом затрат труда и времени на осуществление его: на получение гидрометрической связи  $h=h(Q)$  для бьефа сооружения затрачивают  $250 \times 3$  мин = 750 мин > 12 час.

Наиболее близким к предлагаемому является способ идентификации гидравлического и наносного режимов потока в верхнем бьефе водозаборного сооружения, взятый за прототип,

(Чернышов В.Г., Пресняков К.А. Технологические процессы на горном водозаборе донно-решетчатого типа // Бишкек: Илим, 1991. – С. 72-93), заключающийся в определении расхода воды и среднего содержания наносов в потоке посредством многоточечных – в пределах живого сечения потока – измерений скорости воды и количества наносов, последующем установлении гидрометрической связи между уровнем и расходом воды в верхнем бьефе, проведении ситуационного анализа и реализации технологических режимов эксплуатации водозаборного сооружения.

В рамках известного способа требуется предварительный контроль объема и длительности занесения емкости верхнего бьефа отложениями наносов. В отношении взвешенной их части необходимое для оценки значение среднего (по сечению потока) содержания наносов ( $\mu_{cp}$ ) определяют из тарировочной зависимости  $\mu_{cp} = \mu_{cp}(Q)$ , получаемой в результате многоточечных измерений количества наносов в измерительном створе верхнего бьефа, когда измеритель наносов (например – батометр) помещают последовательно в каждую из 25 точек измерения, а саму гидрометрическую связь  $\mu_{cp} = \mu_{cp}(Q)$  устанавливают, как минимум, по 10 точкам в эксплуатационном диапазоне ( $\mu_{cp}, Q_1, \dots, \mu_{cp}; Q_i; \dots, \mu_{cp10}, Q_{10}$ ).

Таким образом, известный способ основан на предварительном получении гидрометрических связей  $h=h(Q)$  и  $\mu_{cp} = \mu_{cp}(Q)$  путем многоточечных измерений скорости воды и количества наносов соответственно.

Недостаток известного способа заключается в больших затратах времени и труда на установление гидрометрических связей уровня воды и среднего содержания наносов в потоке с расходом воды в верхнем бьефе сооружения.

На основе анализа литературных данных, а также результатов наших экспериментальных исследований (Пресняков К.А. Скорость и мутность воды в приложении к проблеме очистки ее от наносов. Книга 2. Эмпирические основания // Бишкек: Илим, 2003. – 168 с.) нами установлены (Пресняков К.А. О координатах характерных точек во взвесенесущем потоке воды / «Проблемы автоматики и управления» // Бишкек: Илим, 2003. – С. 94) реальные основания для определения расхода воды на основе одноточечного (стрежневая вертикаль; 0,4 глубины потока от дна) измерения ее скорости.

На основе анализа литературных данных, а также наших исследований нами установлена (Там же, С. 93, р. 3; С. 97) возможность определения средней (по сечению) мутности потока  $\bar{S}$  на основании одноточечного измерения количества наносов на стрежневой вертикали, причем упомянутую координату  $\tilde{y}(\bar{S})$  точки замера вычисляют по расчетной зависимости

$$\tilde{y}(\bar{S}) = -0,45 \ell n \beta_2 + 1,77,$$

где  $\ell n \beta_2$  – натуральный логарифм вариантового значения  $\beta_2$  параметра гравитационной теории и

$$\beta_2 = \frac{0.64 \cdot W}{i \cdot u_*},$$

где  $i$  – уклон дна водотока;  $u_*$  – динамическая скорость, м/с;  $W$  – гидравлическая крупность наносов, м/с.

Применение расчетной зависимости (1) предполагает (наряду с измерениями величин  $i$ ,  $W$  и вычислением  $u_*$ ) априорное (доопытное, т.е. до момента измерения по наносам) знание гидравлической крупности  $W$ , определяемой именно на основе измерений геометрической крупности наносов. Возникшую трудность (неопределенность) разрешают следующим образом.

Во-первых, руководствуясь нашей работой (Пресняков К.А. Об ограничениях известных схем оценки характерных значений мутности потока / «Проблемы автоматики и управления» // Бишкек: Илим, 2000, С. 198-201), устанавливают расчетную связь между варианты  $\beta_2$  и средним  $\beta_{cp}$  значениями параметра гравитационной теории

$$\beta_2 = \frac{2}{1 + 9,04 \cdot [I_T f(\alpha)]^3} \beta_{cp}, \quad (3)$$

где  $a, f(a)$  – шероховатость и функция ее соответственно (М.А. Великанов. Динамика русловых потоков. Т. 2. Наносы и русло. – М.: Госиздат. техн.-теор. лит., 1955. – 323 с.);

$I_t$  – средняя интенсивность турбулентности взвесенесущего потока воды;

$$\alpha = \Delta/30 \cdot H; \quad f(\alpha) = (1 + \alpha) \cdot \left[ \ln\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) - 1 \right] \quad (4)$$

$$I_t = 1,2 \cdot u_* / \bar{u}; \quad (5)$$

$\Delta$  – выступ шероховатости, м;  $\bar{u}$  – средняя (по сечению потока) скорость воды, м/с; – или в логарифмической форме (натуральный логарифм)

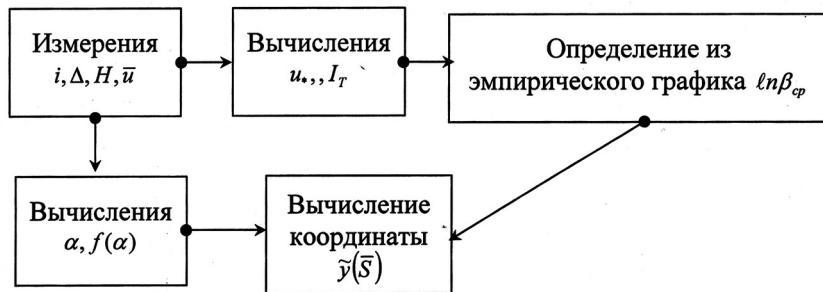
$$\ln \beta_2 = \ln \beta_{cp} - \ln \left\{ 1 + 9,04 \cdot [I_t f(\alpha)]^3 \right\} + 0,693 \quad (6)$$

Подставляя (6) в (1), получают следующую расчетную зависимость для вычисления искомой координаты замера количества наносов

$$\tilde{y}(\bar{s}) = -0,45 \cdot \ln \beta_{co} + 0,45 \cdot \ln \left\{ 1 + 9,04 \cdot [I_t \cdot f(\alpha)]^3 \right\} + 1,46. \quad (7)$$

Во-вторых, с целью идентификации величины  $\beta_{cp}$  привлечены наши экспериментальные исследования (натурные: подводящий канал системы р. Тору-Айгыр, обводной канал системы р. Аспара; лабораторный «Фотометод»), а также лабораторные измерения других авторов (Е.В. Клевцов, З.Н. Курочкина проанализированные нами в работе (Пресняков К.А. Скорость и мутность ... , 168 с.). По результатам указанных исследований рассчитаны величины  $\ln \beta_{no}, I_t$ , полученные данные сгруппированы [внутри каждой группы значения  $I_t$  отличаются друг от друга не более чем на 10% (погрешность определения  $\bar{u}$ )], в пределах каждой группы проведено усреднение величин  $\ln \beta_{no}, I_t$ , по результирующим точкам построен график  $\ln \beta_{no}, I_t$ , (фиг. 1). Этот эмпирический график представляет собой совокупность двух кривых, которые соответствуют: левая – в основном лабораторным данным, правая – в основном натурным результатам.

Следовательно, координаты  $\tilde{y}(\bar{s})$ :



В-третьих, использование предлагаемого способа предопределяет необходимость проверки ограничений применимости (к условиям измерения) гравитационной теории М.А. Великанова (Пресняков К. А. Метод идентификации гидравлического и наносного режимов потока в верхнем бьефе водозаборного сооружения / Науч.-техн. журнал ИА НАН КР «Проблемы автоматики и управления» // Бишкек: Илим, 2003. – С. 89, ф. 1, ф. 3), т.к. способ основан на отдельных положениях этой теории:

$$\frac{\bar{u}^3}{W \cdot g \cdot H^{2/3}} \quad (8)$$

$$\beta_2 \leq 0,55 / I_t^3 \quad (9)$$

Задача изобретения: упрощение способа определения расхода воды и среднего содержания наносов в потоке в бьефе ГТС и повышение надежности предлагаемого способа.

Поставленная задача решается таким образом, что в способе идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС, в потоке посредством одноточечных – на отдельных вертикалях в пределах живого сечения потока – измерений скорости воды и

количества наносов и последующем установлении гидрометрической связи между уровнем и расходом воды, – количество наносов измеряют на стрежневой вертикали в точке, координату которой  $\bar{y}(\bar{S})$  вычисляют по расчетной зависимости

$$\bar{y}(\bar{S}) = -0,45 \ell n \beta_{cp} + 0,45 \ell n \left\{ 1 + 9,04 \cdot [I_T \cdot f(\alpha)]^3 \right\} + 1,46,$$

где  $\alpha, f(\alpha)$  – шероховатость и функция ее соответственно;

$I_T$  – средняя интенсивность турбулентности взвесенесущего потока воды;

$\ell n \beta_{cp}$  – натуральный логарифм среднего значения параметра гравитационной теории, который определяют из эмпирического графика  $[\ell n \beta_{\text{нод}}, I_T]$ , а тарировочные зависимости характеристик гидравлического и наносного режимов потока формируют по результатам указанных выше измерений в эксплуатационном диапазоне расходов воды в бьефе гидротехнического сооружения в зависимости характеристик гидравлического и наносного режимов потока формируют по результатам указанных выше измерений в эксплуатационном диапазоне расходов воды в бьефе ГТС.

Такое исполнение способа идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС позволяет по сравнению с прототипом, упростить способ определения расхода воды и среднего содержания наносов в потоке в бьефе ГТС и повысить надежность предлагаемого способа.

Сущность способа идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС показана, для определенности, на примере верхнего бьефа (в этом случае гидрометрический створ располагают (выше против течения водотока) на расстоянии (4-5) глубины потока от створа водоприемника ГТС) и на примере трапецидального поперечного сечения бьефа (в этом случае, в частности, необходимы измерения двух значений ширины бьефа: по дну  $B_d$  и по урезу воды  $B_u$  соответственно).

На фиг. 1 представлен эмпирический график  $[\ell n \beta_{\text{нод}}, I_T]$  и таблица данных для его построения.

На фиг. 2 изображена структурная блок-схема реализации способа идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС, включающая гидрометрический створ 1, оборудованный гидрометрическим мостиком 2 с отмеченной на нем стрежневой вертикалью 3 с возможностью измерения на ней уровня (наряду с другими линейными характеристиками: уклона дна  $I$ , среднего выступа шероховатости  $\Delta$ , значений ширины бьефа  $B_d, B_u$ ) и скорости воды, а также количества наносов в потоке (конкретнее: расхода  $G$  и средневзвешенного диаметра  $d_{\text{ср.взв}}$  наносов, среднего содержания их  $\bar{S}$  в потоке) – блоки  $H, \bar{u}, G$  соответственно; блок  $\bar{y}$  – вычисления координаты замера  $\bar{y}(\bar{S})$  количества наносов; блок  $\beta_2$  – сравнительных оценок; блок  $\bar{y}^k$  – вычисления (в случае необходимости) скорректированного значения координаты замера  $\bar{y}^k(\bar{S})$  количества наносов, а также ряд более простых блоков, имеющих очевидный характер.

Осуществление способа идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС производят следующим образом: в гидрометрическом створе 1 с гидрометрического мостика 2 на стрежневой вертикали 3 измеряют уровень воды  $H$  (блок  $H$ ); в этом же створе измеряют значения ширины бьефа по дну  $B_d$ , и по урезу воды  $B_u$  соответственно. На зарегулированном подводящем участке (не обозначен), в срединной части которого расположен створ 1, измеряют уклон дна  $i$  бьефа и средний выступ шероховатости  $\Delta$ .

В гидрометрическом створе 1 с гидрометрического, мостика 2 на стрежневой вертикали 3 в точке, отстоящей от дна на расстоянии 0,4 глубины потока, измеряют скорость воды (блок  $\bar{u}$ ), например, гидрометрической вертушкой, и измеренное значение отождествляют со средней (по сечению) скоростью потока  $\bar{u}$ .

Зная величины  $\bar{u}, B_d, B_u, H$  вычисляют расход воды  $Q$ . Следовательно, получают пару точек  $Q, H$  (соответствующих друг другу), характеризующих гидравлический режим потока (результат  $I$ ).

Зная величины  $i, H$  вычисляют динамическую скорость  $u_*$  (блок  $\bar{y}$ ); зная величины  $u_*$ ,  $\bar{u}$ , вычисляют по формуле (5) среднюю интенсивность турбулентности  $I_T$  взвесенесущего потока воды; зная величину  $I_T$ , эмпирического графика натуральный логарифм среднего значения

параметра гравитационной теории  $\ln\beta_{\text{нод}}$ ; зная величины  $\Delta$ ,  $H$ , вычисляют параметр шероховатости  $a$  и функцию  $f(a)$  ее по формуле (4); зная величины  $I_T, f(\alpha), \ln\beta_{\text{нод}}$ , вычисляют по формуле (7) относительную координату  $\tilde{y}(\bar{S})$  точки замера количества наносов.

В гидрометрическом створе 1 с гидрометрического мостика 2 на стрежневой вертикали 3 производят улавливание наносов (блок  $G$ ), например, батометром через окно с центральной координатой  $\tilde{y}(\bar{S})$ ; забранную массу наносов в камеральных условиях сушат, рассеивают по фракциям и взвешивают пофракционно; определяют расход наносов  $G$ , кг/с; средневзвешенный их диаметр  $d_{\text{ср.взв.}}$ , м; среднее содержание взвешенных наносов в потоке, которое отождествляют со средней (по сечению) мутностью потока  $\bar{S}$ , кг/м<sup>3</sup>. Следовательно, получают три пары точек  $G, Q; d_{\text{ср.вр.}}, Q; \bar{S}, Q$ , характеризующих наносный режим потока (*результат II*).

Зная величины  $I_T, f(\alpha), \ln\beta_{\text{нод}}$ , вычисляют (блок  $\beta_2$ ) по формуле (6) натуральный логарифм вариантного значения  $\ln\beta_2$  параметра гравитационной теории; зная  $\ln\beta_2$ , определяют ожидаемое значение  $\beta_2^0$  (ожидаемое (индекс «0»), т.к. вместо непосредственного расчета по формуле (2) указанное значение определяют опосредованно через  $\beta_{\text{нод}}$ ) производят проверку одного из ограничений (9) применимости (к условиям изучаемого объекта) гравитационной теории; зная величину  $d_{\text{ср.взв.}}$  (*результат II*), по таблице гидравлических крупностей (Шапиро Х.Ш. Регулирование твердого стока при водозаборе в оросительные системы. М.: Колос, 1983. – С. 10, табл. 2), определяют соответствующее значение гидравлической крупности  $W^k$  (индекс  $k$  введен в связи с возможной в дальнейшем необходимостью в проведении корректировочных измерений); производят проверку другого из ограничений (8) применимости гравитационной теории.

Выражая из формулы (2) гидравлическую крупность и зная величины  $\beta_2^0, i, u_*$ , вычисляют ожидаемое значение  $W^0$ ; зная  $W^0$ , по таблице среднего диаметра наносов необходимость гидравлических крупностей (там же, С. 10, табл. 2) устанавливают ожидаемое значение среднего диаметра наносов  $\bar{d}^0$ . Производят сравнение величин  $d_{\text{ср.взв.}}$  и  $\bar{d}^0$  (необходимость подобного сравнения обусловлена тем, что не всегда теоретические предположения совпадают с практическими результатами): расхождение между ними, не превышающее 30%, свидетельствует о подтверждении ранее выявленного *результата II*; если же указанное расхождение выше 30%, то возникает необходимость осуществления корректировочных измерений.

Для этого (блок  $\tilde{y}^k$ ), зная величины  $i, u_*, W^k$ , по формуле (2) рассчитывают скорректированное вариантное значение  $\beta_2^k$  параметра гравитационной теории; зная  $\beta_2^k$ , определяют его натуральный логарифм  $\ln\beta_2^k$ ; выражая из формулы (6)  $\ln\beta_{\text{нод}}$  через  $\ln\beta_2$  и зная величины  $I_T, f(\alpha), \ln\beta_2^k$ , вычисляют натуральный логарифм скорректированного среднего значения  $\ln\beta_{\text{нод}}^k$  параметра гравитационной теории; зная величины  $I_T, f(\alpha), \ln\beta_{\text{нод}}^k$ , рассчитывают по формуле (7) скорректированное относительное значение координаты  $\tilde{y}^k(\bar{S})$  точки замера количества наносов.

В гидрометрическом створе 1 с гидрометрического мостика 2 на стрежневой вертикали 3 производят улавливание наносов (блок  $G$ ), например, батометром через окно с центральной координатой  $\tilde{y}^k(\bar{S})$ ; забранную массу наносов в камеральных условиях сушат, рассеивают по фракциям и взвешивают пофракционно; определяют скорректированные значения величин  $G^k, d^k_{\text{нод.акц}}, \bar{S}^k$ . Следовательно, получают три пары скорректированных точек  $G^k, Q; d^k_{\text{ср.взв.}}, Q; \bar{S}^k, Q$ , характеризующих скорректированный наносный режим потока (*результат III*).

Проводят комплексно указанные выше измерения в эксплуатационном диапазоне расходов воды (не менее, чем по 10 точкам:  $Q_1, \dots, Q_n, \dots, Q_{10}, \dots$ ) в бьефе ГТС и на основе полученных результатов формируют тарировочные зависимости:  $Q(H)$  – гидравлический и  $G(Q), d_{\text{ср.взв.}}(Q), \bar{S}(Q)$  – характеризующих наносный режим потока соответственно.

Практическая значимость способа идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС заключается в том, что он является основанием для выработки технологической стратегии эксплуатации ГТС, будь оно или водозаборным сооружением (где, наряду с водозабором в магистральный канал, решаются задачи 1 этапа борьбы с наносами; или одним из наносоочистных – перехватывающих, – отвлекающих, регулирующих сооружений (где,

наряду с подачей воды в оросительный канал, решаются задачи II этапа борьбы с наносами (Способ защиты наносорегулирующего сооружения от завала наносами / К. А. Пресняков и др. Патент РФ №2109104, Бюллетень патентов и товарных знаков РФ // М.: ПП «Патент». – № 11. – 20.04.1998. – 13 с.).

Экономическая эффективность способа идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС обусловлена упрощением способа определения расхода воды и среднего содержания наносов в потоке в бьефе ГТС и повышением надежности предлагаемого способа.

### **Формула изобретения**

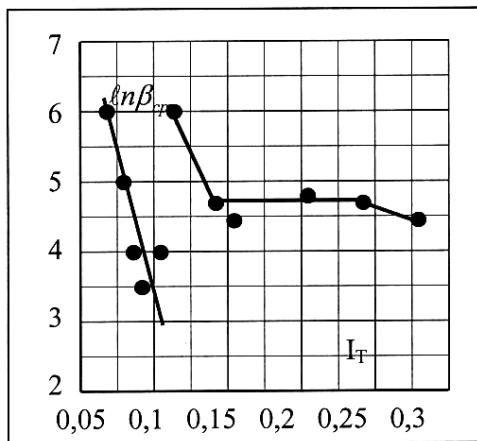
Способ идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе гидротехнического сооружения, заключающийся в определении расхода воды и среднего содержания наносов в потоке посредством одноточечных – на отдельных вертикалях в пределах живого сечения потока – измерений скорости воды и количества наносов и последующем установлении гидрометрической связи между уровнем и расходом воды, отличающейся тем, что количество наносов измеряют на стрежневой вертикали в точке, координату которой  $\bar{y}(\bar{S})$  вычисляют по расчетной зависимости

$$\bar{y}(\bar{S}) = -0,45 \cdot \ln \beta_{\bar{n}\sigma} + 0,45 \ln [1 + 9,04 \cdot [I_T \cdot f(\alpha)]^3] + 1,46,$$

где  $\alpha, f(\alpha)$  – шероховатость и функция ее соответственно;

$I_T$  – средняя интенсивность турбулентности взвесенесущего потока воды;

$\ln \beta_{\bar{n}\sigma}$  – натуральный логарифм среднего значения параметра гравитационной теории, который определяют из эмпирического графика  $[\ln \beta_{\bar{n}\sigma}, I_T]$ , а тарировочные зависимости характеристик гидравлического и наносного режимов потока формируют по результатам указанных выше измерений в эксплуатационном диапазоне расходов воды в бьефе гидротехнического сооружения.



Эмпирический график  $[\ln \beta_{cp}, I_T]$ :

левая кривая – в основном лабораторный эксперимент.  
правая кривая – в основном натурные результаты.

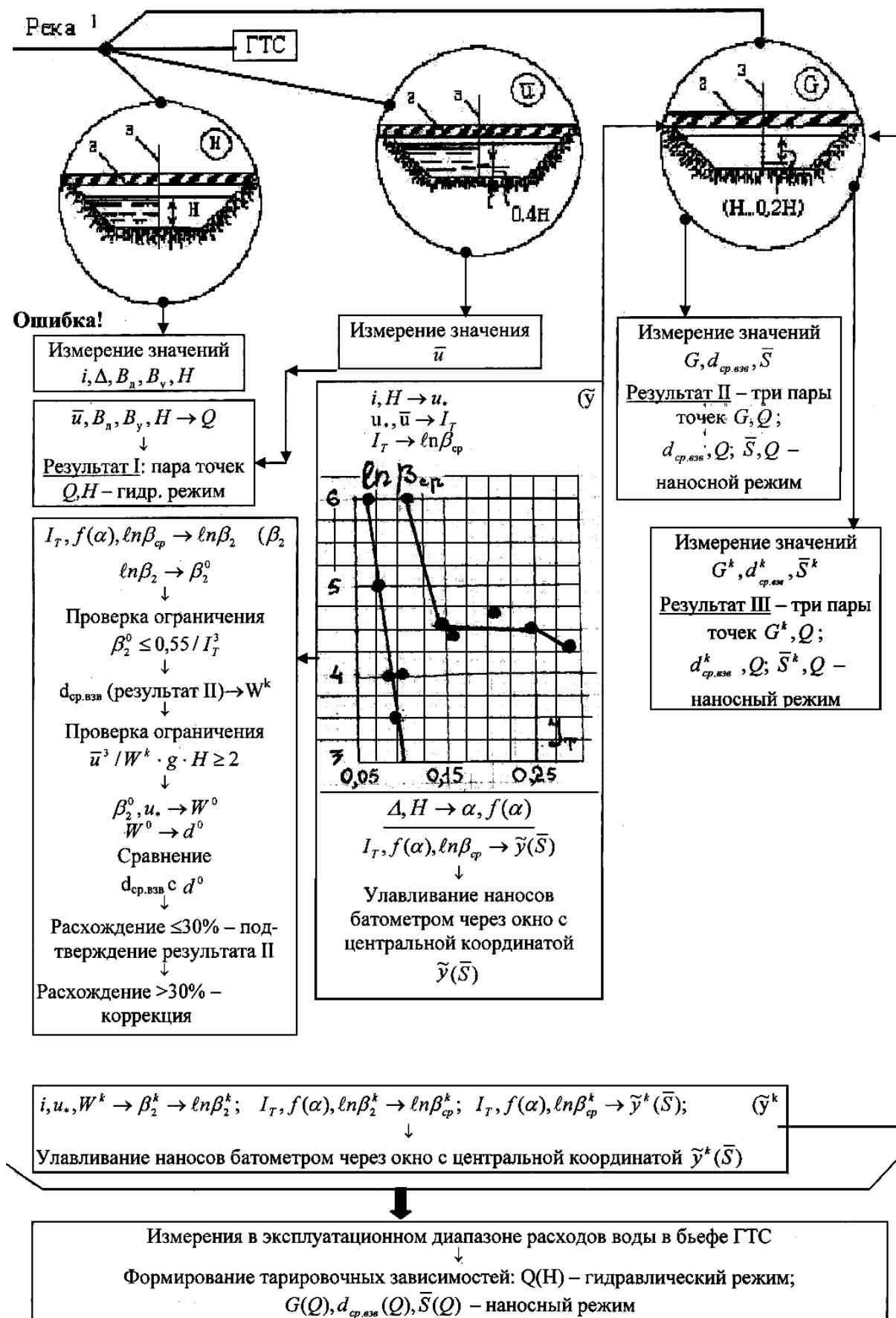
Таблица: Данные для построения эмпирического графика  $[\ln \beta_{cp}, I_T]$

Объект	Цикл	$I_T$	$\ln \beta_{cp}$	Объект	Цикл	$I_T$	$\ln \beta_{cp}$
Ф	2	0,0624	5,45	ФЭМ	4	0,0982	4,81
В	б/н	0,0644	7,30	ФЭМ	2	0,0986	5,85
КМ	1	0,0663	6,02	ФЭМ	3	0,0998	4,20
Ф	6	0,0665	3,89	A	1	0,1000	4,73
$I_T = 0,065 \pm 0,002; \ln \beta_{cp} = 6 \pm 1$				A	{3,4}	0,1000	4,16
				ФЭМ	1	0,1030	4,28
Ф	7	0,0744	4,16	Ф	8	0,1050	3,01
A	5	0,0750	3,00	$I_T = 0,100 \pm 0,002; \ln \beta_{cp} = 4 \pm 1$			
КМ	{3,4}	0,0758	5,55	A	2	0,109	4,36
Ф	3	0,0768	6,09	КМ	7	0,112	6,91
КМ	{8,9}	0,0773	5,24	$I_T = 0,110 \pm 0,002; \ln \beta_{cp} = 6 \pm 1$			
КМ	{5,6}	0,0776	5,96	T-A	3	0,146	4,60
$I_T = 0,076 \pm 0,001; \ln \beta_{cp} = 5 \pm 1$				Ф	9	0,167	5,75
Ф	4	0,0794	6,32	T-A	5	0,175	4,32
КМ	2	0,0795	6,10	T-A	4	0,176	4,45
П	7	0,0860	1,99	T-A	7	0,179	3,56
П	8	0,0860	3,44	T-A	6	0,182	3,97
П	9	0,0860	4,11	$I_T = 0,16 \pm 0,02; \ln \beta_{cp} = 4,4 \pm 0,6$			
П	10	0,0860	2,00	T-A	1	0,198	4,34
П	11	0,0860	3,45	$I_T = 0,084 \pm 0,003; \ln \beta_{cp} = 4 \pm 1$			
$I_T = 0,084 \pm 0,003; \ln \beta_{cp} = 4 \pm 1$				T-A	{11,12}	0,199	5,34
A	6	0,0880	3,18	T-A	{13,14}	0,199	4,87
П	4	0,0900	2,202	T-A	2	0,206	4,92
П	5	0,0900	3,47	T-A	9	0,219	3,87
П	6	0,0900	4,14	$I_T = 0,204 \pm 0,006; \ln \beta_{cp} = 4,7 \pm 0,4$			
Ф	1	0,0916	4,02	T-A	15	0,246	4,53
Ф	5	0,0953	4,35	$I_T = 0,091 \pm 0,002; \ln \beta_{cp} = 3,5 \pm 0,6$			
$I_T = 0,091 \pm 0,002; \ln \beta_{cp} = 3,5 \pm 0,6$				T-A	{8,10}	0,287	4,32
П	13	0,0970	2,11				
П	1	0,0980	2,12				
П	2	0,0980	3,58				
П	3	0,0980	4,24				
П	12	0,0980	2,15				

Условные обозначения:  
 Т-А – ПК р. Тору-Айры;  
 А – ОК р. Аспара;  
 Ф – Фотометод;  
 П – Поворот (Е.В.Клевцов);  
 КМ – Кинометод  
 (Н.А.Михайлов);  
 В – Ванони;  
 ФЭМ – фотоэлектрический метод (З.Н. Курочкина, В.П.Петров).

Фиг. 1

### СТРУКТУРНАЯ БЛОК-СХЕМА РЕАЛИЗАЦИИ СПОСОБА



Составитель описания

Фиг. 2  
Карпушевич С.В.

Ответственный за выпуск Чекиев А.Ч.

Государственная патентная служба КР, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 681703