



(19) KG (11) 1319 (13) C1 (46) 31.12.2010

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(51) G01F 23/04 (2010.01)
G01F 1/00 (2010.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя

(21) 20090078.1

(22) 01.07.2009

(46) 31.12.2010, Бюл. №12

(71)(73) Институт автоматики и информационных технологий Национальной академии наук Кыргызской Республики (KG)

(72) Шаршеналиев Ж.Ш. (KG), Пресняков К.А. (KZ)

(56) Пресняков К.А. Идентификация гидравлического и наносного режимов водотока // Докл. 1 Межд. конф. 19-22 сентября 2000. «Проблемы управления и информатики». – Бишкек: ИА НАН КР, 2000. С. 365-370

(54) **Способ экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения**

(57) Изобретение относится к системе автоматизированного водораспределения на гидротехнических объектах и может быть использовано на этапе предпроектной оценки и сравнительного анализа соответствующих проектных решений.

Задача изобретения – повышение оперативности установления режимов малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения.

Поставленная задача решается таким образом, что в способе экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения, заключающемся в измерениях или скорости воды или содержания в ней взвешенных наносов с сопутствующей аналитической оценкой режимных параметров, не производя измерений скорости воды и содержания в ней взвешенных наносов, измеряют геометрические параметры уклон и шероховатость дна водотока, ширину и глубину наполнения его водой, определяют графически средние значения интенсивности турбулентности потока и параметра гравитационной теории, вычисляют на основе полученных данных средние значения гидравлической крупности взвешенных наносов, мутности воды и расхода указанных наносов, совокупность установленных значений которых характеризует режимы указанного водотока.

Экономическая эффективность способа экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения заключается в оперативности установления режимов указанного водотока. 1 н. п. ф-лы, 2 фиг.

(21) 20090078.1

(22) 01.07.2009

(46) 31.12.2010, Bull. №12

(71)(73) Institute of Automation and Information Technologies of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic (KG)

(72) Sharshenaliev J.Sh. (KG), Presnyakov K.A. (KZ)

(19) KG (11) 1326 (13) C1 (46) 31.01.2011

(56) Presnyakov K.A. Identification of hydraulic and alluvial flow modes, Report of the 1-st Int. Conf. September 19-22, 2000. "Cybernetics and Systems Analysis." - Bishkek: Institute of Automation of the National Academy of Sciences, 2000. Pages 365-370

(54) Method of rapid analysis of operating parameters of unexplored watercourse in the system of automated water distribution

(57) The invention relates to the system of automated water distribution in the hydro engineering facilities and can be used on the stage of preproject assessment and comparative analysis, analysis of relevant design decisions.

Problem of the invention is to increase operability of switching the operating modes of unexplored water flow in the automated water distribution system.

The problem is solved so that in the method of rapid analysis of operating parameters of unexplored watercourse in the system of automated water distribution, which consists in measurement of water flow velocity or content of suspended sediments in water with associated analytical assessment of operational parameters without performing the measurement of water velocity and content of suspended sediments, while the geometrical parameters, such as slope angle, roughness of watercourse bottom, watercourse width and its filling level are measured, average values of flow turbulence intensity and parameter of gravitational theory are determined graphically, mean values of suspended sediments hydraulic size, water turbidity and discharge of the indicated sediment are calculated on the basis of obtained data; complex of determined and calculated data describes the operating modes of the specified watercourse.

Cost-effectiveness of the method of rapid analysis of unexplored watercourse operating parameters in the system of automated water distribution consists in the operability of the specified watercourse operating modes establishment. 1 independ. claim, 2 figures.

Изобретение относится к системе автоматизированного водораспределения на гидротехнических объектах (далее ГТС) и может быть использовано на этапе предпроектной оценки и сравнительного анализа соответствующих проектных решений.

Известен способ идентификации гидравлического и наносного режимов потока в бьефе гидротехнического сооружения (Патент KG №1169, кл. G01F 23/04, 1/00, 2009), заключающийся в том, что количество наносов измеряют на стрежневой вертикали в точке, координату которой $J(\tilde{\Delta})$ вычисляют по расчетной зависимости:

$$J(\tilde{\Delta}) = -0,45 \cdot \ln \beta_{cp} + 0,45 \cdot \ln \{1 + 9,04 \cdot [I_T \cdot f(\alpha)]^3\} + 1,46,$$

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

I_T – средняя интенсивность турбулентности взвесенесущего потока воды;

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

Недостаток известного способа заключается в существенных затратах времени и труда на установление тарировочных зависимостей характеристик гидравлического и наносного режимов потока в бьефе ГТС.

Наиболее близким к предлагаемому является способ идентификации режимов частично изученного водотока (Пресняков К.А. Идентификация гидравлического и наносного режимов водотока // Докл. 1 Межд. конф. 19-22 сентября 2000 г. «Проблемы управления и информатики». – Бишкек: ИА НАН КР, 2000. С. 365-370), принятый за прототип, заключающийся в измерениях или скорости воды или содержания в ней взвешенных наносов с сопутствующей аналитической оценкой средних значений: или наносных (в первом случае) или гидравлических (во втором) характеристик потока.

В случае автономных и – измерений (для рек с измеренными значениями средней скорости воды: крупные, средние, мелкие) – оценивают расчетные значения средней скорости воды по известным полуэмпирическим ее распределениям (фиг. 2, блоки I-II-III), после сопоставительного анализа (по скорости) расчета и эксперимента выбирают рекомендуемую схему расчета наносных характеристик потока и вычисляют средние значения мутности воды и расхода взвешенных наносов (фиг. 2, блоки IV-V или VI-VII в зависимости от выбранной схемы).

В случае автономных G-измерений (для рек с измеренными значениями среднего расхода взвешенных наносов: крупные и средние) – предварительно оценивают гидравлические (в т.ч. скорость воды) характеристики потока (фиг. 2, блок I), затем оценивают наносные (в т.ч. расход взвешенных наносов) характеристики потока в рамках полуэмпирических теорий движения взвешенных наносов, (фиг. 2, блоки IV-V и VI-VII), сравнивают (по расходу наносов) эксперимент и расчет и определяют соотнесенность экспериментального значения расхода взвешенных наносов с теоретически прогнозируемым его значением.

Недостаток известного способа обусловлен достаточной неопределенностью выбора типа измерений (u – или G – измерения), большим объемом измерительной, камеральной и аналитической частей способа, что не соответствует требуемому критерию оперативности.

Малоизученный водоток характерен практическим отсутствием информации о гидравлических и наносных характеристиках потока (или ее крайней отрывочностью). В то же время вхождение малоизученного водотока в систему автоматизированного водораспределения диктует необходимость оперативного установления основных режимных параметров указанного водотока.

В процессе разработки предлагаемого способа установлено следующее:

во-первых, возможность отказа – в рамках предлагаемого способа – от трудоемких измерений скорости воды и содержания в ней взвешенных наносов;

во-вторых, структура предлагаемого способа, состоящая из измерительной, графической и вычислительной частей;

в-третьих, предварительный состав графической части как определение средней интенсивности турбулентности – из графика $I_T = F_1(\tilde{\Delta})$, функции шероховатости – из графика $f(\alpha) = F_2(\tilde{\Delta})$, параметра гидравлической крупности взвешенных наносов – из графика $K_w = F_3[I_T \cdot f(\alpha)]$ и среднего значения параметра гравитационной теории – из графика $\ln \beta_{cp} = F_4(I_T)$;

в-четвертых, основания исходной информации для построения функций $F_1 \dots F_4$:

для функции F_1 (табл., колонки 1, 2) система формул имеет вид

$$\left. \begin{aligned} I_T &= 0,377 / (m - 1,5); m = 1,5 + 0,314C / \sqrt{g}; \\ \tilde{\Delta} &= [0,3 \cdot (m + 1)]^{-m}; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

При этом использованы: соотношение для знаменателя m показателя степенного распределения скорости воды (Методические указания по расчету устойчивых аллювиальных русел горных рек при проектировании гидротехнических сооружений // Крошкин А.Н., Талмаза В.Ф. – М.: Колос, 1972. С. 17. ф. 9), трансцендентная полуэмпирическая формула связи $\tilde{\Delta}$ (m) (Тамаза В.Ф., Крошкин А.Н. Гидроморфологические характеристики горных рек. – Фрунзе: Кыргызстан, 1968. С. 110. ф. 110), где:

C – коэффициент Шези;

g – ускорение свободного падения;

$\tilde{\Delta} = \Delta/N$ – относительная и Δ – абсолютная шероховатость дна водотока;

N – глубина наполнения его водой.

Функцией F_2 (табл., колонки 1, 3) является функция шероховатости (Великанов М. А. Динамика русловых потоков // Наносы и русло. – М.: Госиздат техн.-теор. лит., 1955. Т. 2. С. 123);

функцию F_3 (табл., колонки 4, 5) определяют из соотношения

$$K_w = \frac{W}{i \cdot u_* \cdot \beta_{cp}} = \frac{1}{2,89 \cdot [I_T \cdot f(\alpha)]^3 + 0,32} \quad (2)$$

Таблица

Исходная информация для
построения функций $F_1 \dots F_3$

1 $\tilde{\Delta}$	2 I_T	3 $f(\alpha)$	4 $I_T \cdot f(\alpha)$	5 K_w
0,0022	0,0685	8,52	0,584	1,12
0,0034	0,0718	8,09	0,581	1,13
0,0051	0,0754	7,68	0,579	1,14
0,0078	0,0794	7,26	0,576	1,14
0,0117	0,0838	6,85	0,580	1,15
0,0173	0,0887	6,46	0,573	1,16
0,0254	0,0942	6,08	0,573	1,16
0,0369	0,1000	5,71	0,571	1,16
0,0523	0,1080	5,36	0,579	1,14
0,0609	0,1110	5,21	0,578	1,14
0,0700	0,1140	5,08	0,579	1,14
0,0803	0,1180	4,94	0,583	1,12
0,0920	0,1220	4,80	0,586	1,11
0,1050	0,1260	4,68	0,590	1,10
0,1540	0,1400	4,30	0,602	1,05

$$[I_T f(\alpha)]_{cp} = 0,581 \pm 0,005$$

$$K_{w,cp} = 1,13 + 0,02$$

Она установлена на основе выражений для среднего β_{cp} и варианного β_1 значений параметра гравитационной теории (Пресняков К.А. Об ограничениях известных схем оценки характерных значений мутности потока // Научно-технический журнал ИА НАН КР “Проблемы автоматики и управления”. – Бишкек: Илим, 2000. С. 200. ф. 7, 11), где:

i – уклон дна водотока,

u^* – динамическая скорость,

w – гидравлическая крупность наносов,

$\alpha = \tilde{\Delta} / 30$ – шероховатость по М.А. Великанову;

функция F_4 заимствована из патента KG № 1169, кл. G01F 23/04, 1/00, 2009.

Соотношение (2) устанавливает связку с вычислительной частью структуры предлагаемого способа в отношении гидравлической крупности, которую предполагается вычислять по формуле

$$W = K_w \cdot i \cdot u^* \cdot \beta_{cp} \quad (3)$$

Данные таблицы, приведенной выше, выявили, что в практическом интервале шероховатости дна водотока $\tilde{\Delta} = 2,20 \cdot 10^{-3} \dots 1,54 \cdot 10^{-1}$ абсцисса и ордината функции F_3 практически постоянны, т. к. в указанном диапазоне $[I_T \cdot f(\alpha)] = 0,581 \pm 0,005$ и $K_w = 1,13 \pm 0,02$. Это обстоятельство позволяет существенно упростить графическую часть структуры предлагаемого способа, а именно: опустить из рассмотрения звено, связанное с построением и использованием функций F_2 и F_3 .

Тогда, в свою очередь, гидравлическую крупность взвешенных наносов определяют не из соотношения (3), а по формуле

$$W = (1,13 \pm 0,02) \cdot i \cdot u^* \beta_{cp}. \quad (4)$$

Задачей изобретения является повышение оперативности установления режимов малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения.

Поставленная задача решается таким образом, что в способе экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения, заключающемся в измерениях или скорости воды, или содержания в ней взвешенных наносов с сопутствующей аналитической оценкой режимных параметров, не производя измерений скорости воды и содержания в ней взвешенных наносов, измеряют уклон и шероховатость дна водотока, ширину и глубину наполнения его водой, определяют графически средние значения интенсивности турбулентности потока и параметра гравитационной теории, вычисляют на основе полученных данных средние значения гидравлической крупности взвешенных наносов, мутности

воды и расхода указанных наносов, совокупность установленных значений которых характеризует режимы указанного водотока.

Такое исполнение способа экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения позволяет, по сравнению с прототипом, повысить оперативность установления режимов указанного водотока.

На чертеже на фиг. 1 представлена структурная блок-схема реализации способа экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения, включающая измерительную (блок 1), графическую (блок 2) и вычислительную (блок 3) части.

Осуществление способа экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения производят следующим образом.

На зарегулированном подводящем участке (не обозначен) малоизученного водотока измеряют (фиг. 1, блок 1) уклон и шероховатость дна водотока, ширину и глубину наполнения его водой.

Определяют графически средние значения интенсивности турбулентности взвесенесущего потока воды (фиг. 1, блок 2, левый график) и параметра гравитационной теории.

На основе полученных данных вычисляют (фиг. 1, блок 3) средние значения:

гидравлической крупности взвешенных наносов по формуле (4);

здесь же идентифицируют геометрическую крупность указанных наносов с помощью таблицы гидравлической крупности;

мутности воды по формуле:

$$\bar{S} \text{ (кг/м}^3\text{)} = \gamma(\text{кг/м}^3) \cdot \bar{S} \text{ (м}^3/\text{м}^3) \quad (5)$$

где \bar{S} (м³/м³) – средняя мутность воды в единицах, «объем взвешенных наносов / объем воды»;

$$\bar{S} \text{ (м}^3/\text{м}^3\text{)} = 1,3 \cdot 10^{-4} \cdot (\bar{u}^3/w \cdot g \cdot H) - 2,6 \cdot 10^{-4} \quad (6)$$

γ – плотность материала частиц взвешенных наносов, \bar{u} – средняя скорость воды; расхода взвешенных наносов по формуле:

$$G(\text{кг/с}) = Q(\text{м}^3/\text{с}) \cdot \bar{S} \text{ (кг/м}^3\text{)} \quad (7)$$

где Q – расход воды.

В результате получают следующие связи:

расхода воды с ее уровнем в водотоке, характеризующей его гидравлический режим;

гидравлической (и геометрической) крупности взвешенных наносов, мутности воды и расхода указанных наносов – каждого из этих параметров с расходом воды в водотоке, характеризующих его наносный режим.

Экономическая эффективность способа экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения заключается в оперативности установления режимов указанного водотока.

Формула изобретения

Способ экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения, заключающийся в измерениях или скорости воды или содержания в ней взвешенных наносов с сопутствующей аналитической оценкой режимных параметров, отличающийся тем, что, не производя измерений скорости воды и содержания в ней взвешенных наносов, измеряют уклон и шероховатость дна водотока, ширину и глубину наполнения его водой, определяют графически средние значения интенсивности турбулентности потока и параметра гравитационной теории, вычисляют на основе полученных данных средние значения гидравлической крупности взвешенных наносов, мутности воды и расхода указанных наносов, совокупность установленных значений которых характеризует режимы указанного водотока.

Способ экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения

Блок 1: ИЗМЕРЕНИЯ

Уклон и шероховатость дна водотока, ширина

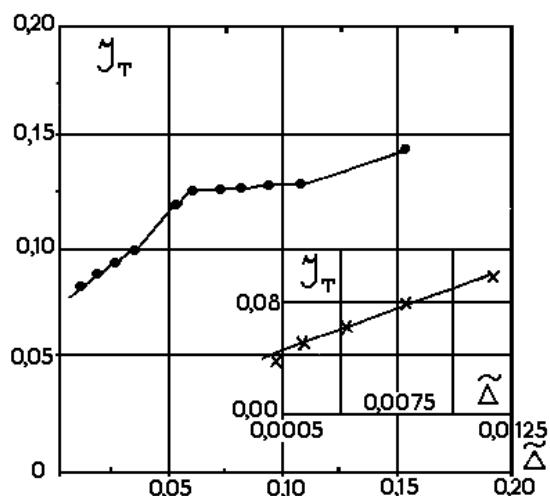


БЛОК 2: ГРАФИЧЕСКИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Средние значения

интенсивности турбулентности
взвесенесущего потока воды

параметра гравитационной теории



Известный [1]
полуэмпирический
график

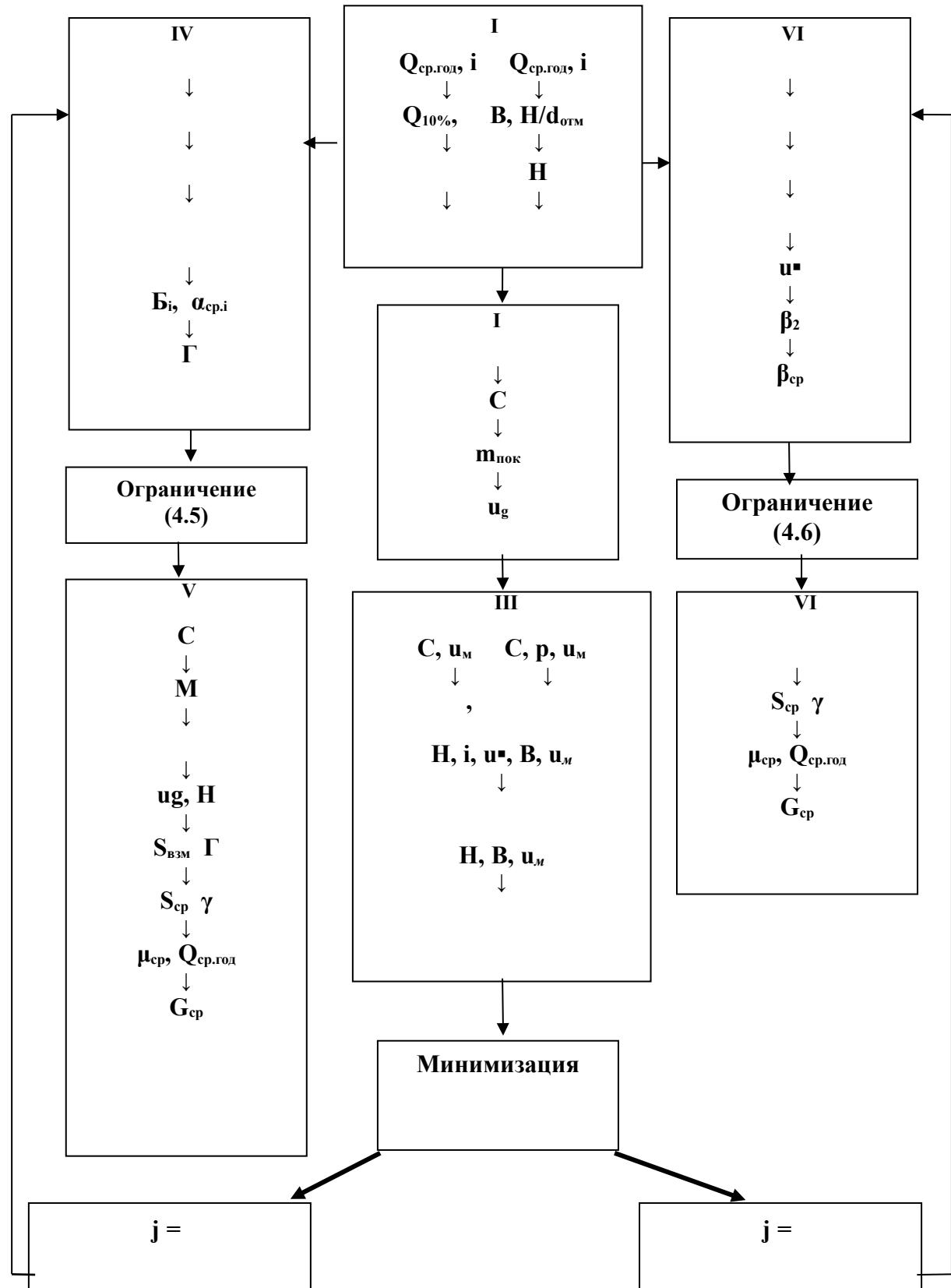


Блок 3: вычисления

Средние значения: гидравлической крупности взвешенных наносов, мутности воды, расхода указанных наносов

Фиг. 1

Способ экспресс-определения режимных параметров малоизученного водотока в системе автоматизированного водораспределения (вспомогательный рисунок)



Фиг. 2

Выпущено отделом подготовки материалов