

ISSN 0131—1905

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ
им. В. Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ
РУСЕЛ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ОТБОРЕ ВОДЫ
НА ОРОШЕНИЕ

Сборник научных трудов

Выпуск 174

Ташкент—1985

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт ирригации
им. В. Д. Журина (САНИИРИ)

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ
РУСЕЛ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ОТБОРЕ
ВОДЫ НА ОРОШЕНИЕ

Сборник научных трудов
Выпуск 174

Ташкент—1985

УДК 627.5

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РУСЛ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ
ОТБОРЕ ВОДЫ НА ОРОШЕНИЕ

Сборник научных трудов, Ташкент,
САНИИРИ им.В.Д.Журина, 1985, с. 124.

В сборнике освещены результаты НИР по русловым вопросам; условия режима работы бесплотинных и плотинных гидроузлов, крупных каналов и гидротехнических сооружений на них, руслорегулировочных и берегозащитных сооружений, а также даны рекомендации по методам прогнозирования переформирования русел рек и каналов, мероприятия по улучшению работы гидротехнических сооружений и другие вопросы русловой гидротехники.

Иллюстр. 20 , табл. 12 , список лит. — 94.

Редакционная коллегия:

В.А.Духовный (отв. редактор), А.А.Кадыров (отв. за выпуск),
Х.А.Ирмухамедов, Я.С.Мухамедов, У.У.Умаров, Х.И.Якубов,
А.Г.Пулатов, Т.М.Шапошникова.

©

Среднеазиатский научно-исследовательский институт
иригации им.В.Д.Журина (САНИИРИ), 1985.

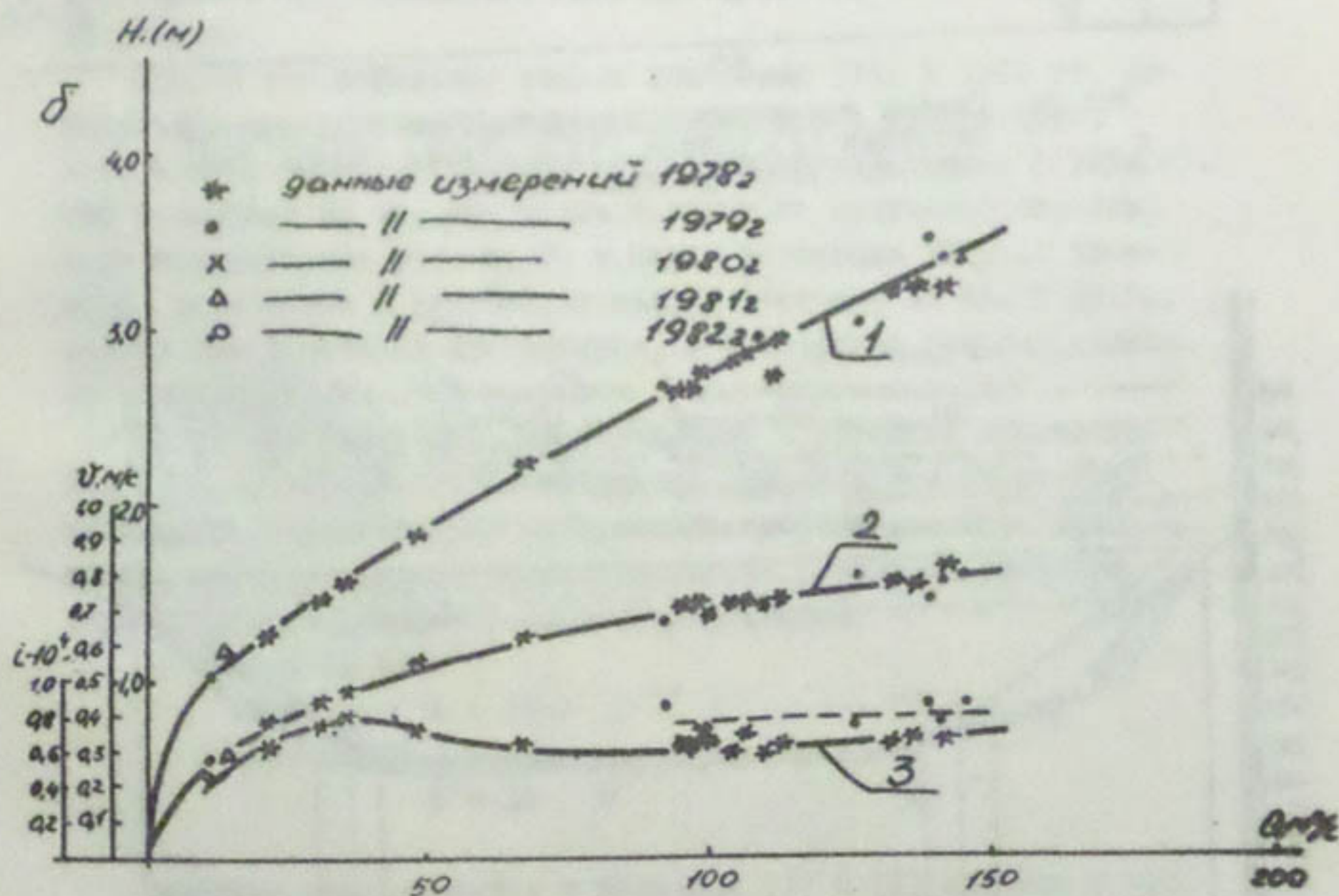
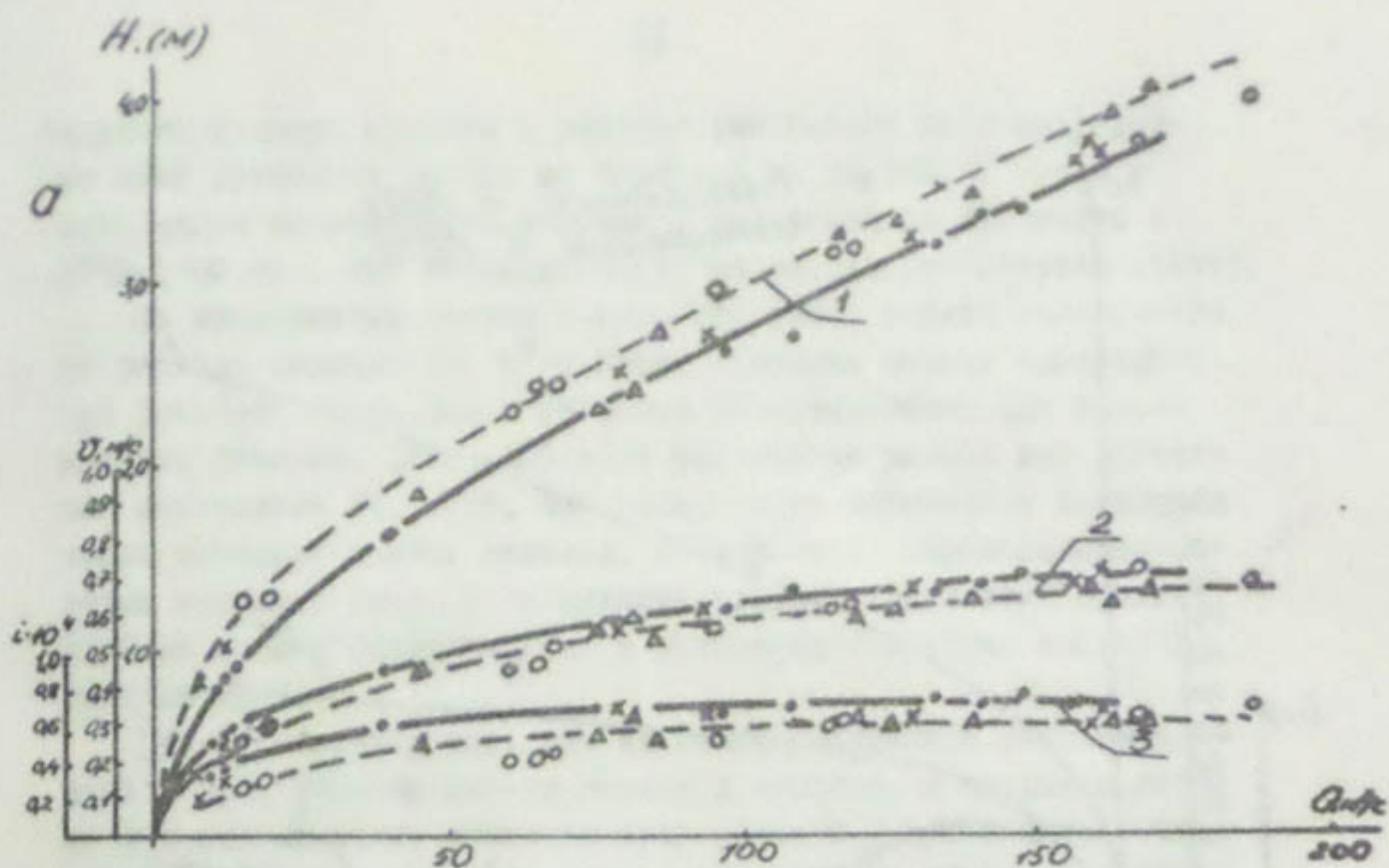


Рис. I. Графики изменения средней глубины, средней скорости и уклона водной поверхности в створе ПК 43 (а) и ПК 70 (б) КЗМК в зависимости от расхода воды: 1 - $H=f(Q)$; 2 - $v=f(Q)$; 3 - $i=f(Q)$.

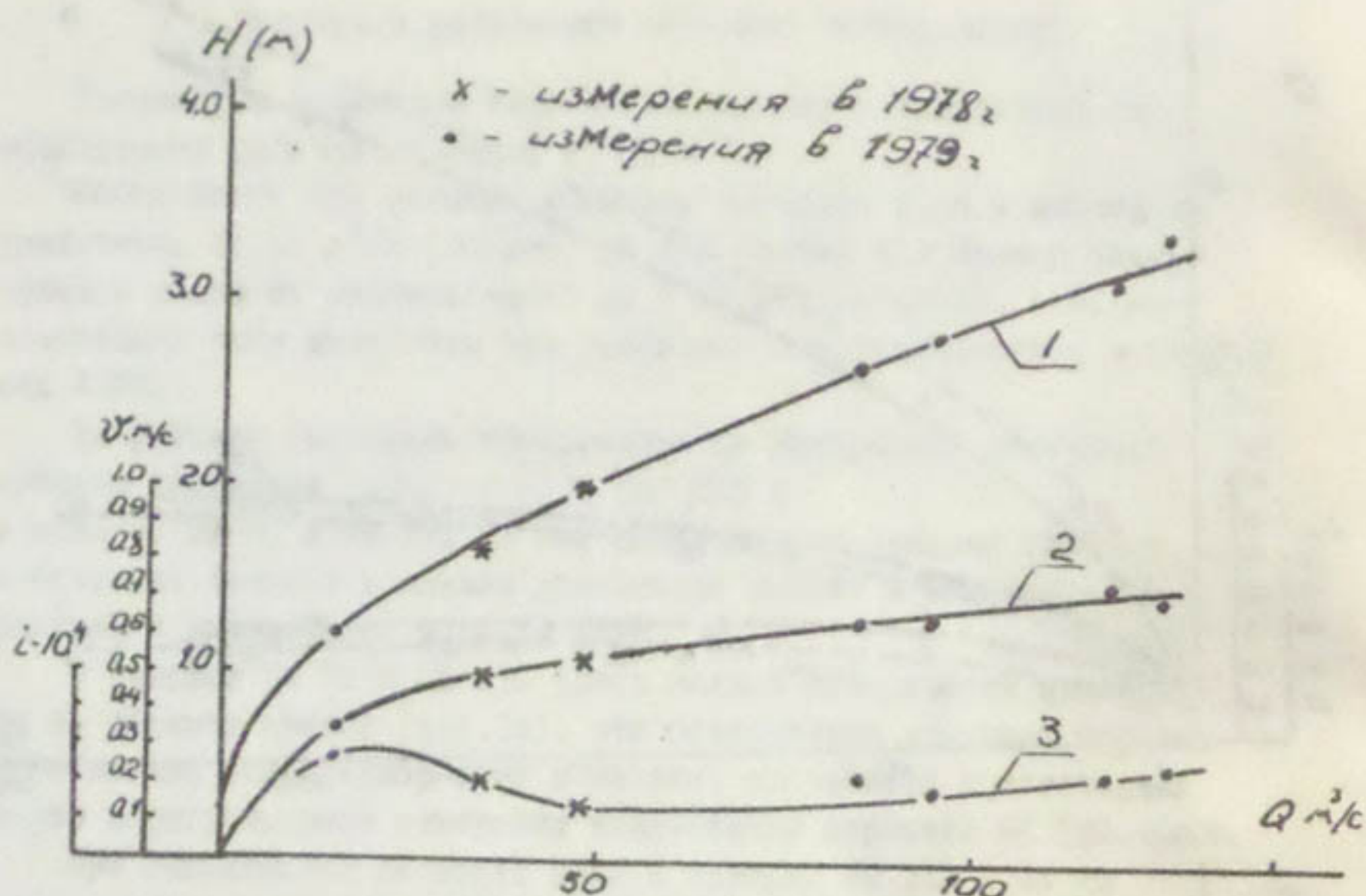


Рис. 2а. График изменения средней глубины (1), средней скорости (2), уклона (3) в створе ПК 110 КзМК в зависимости от расхода воды.

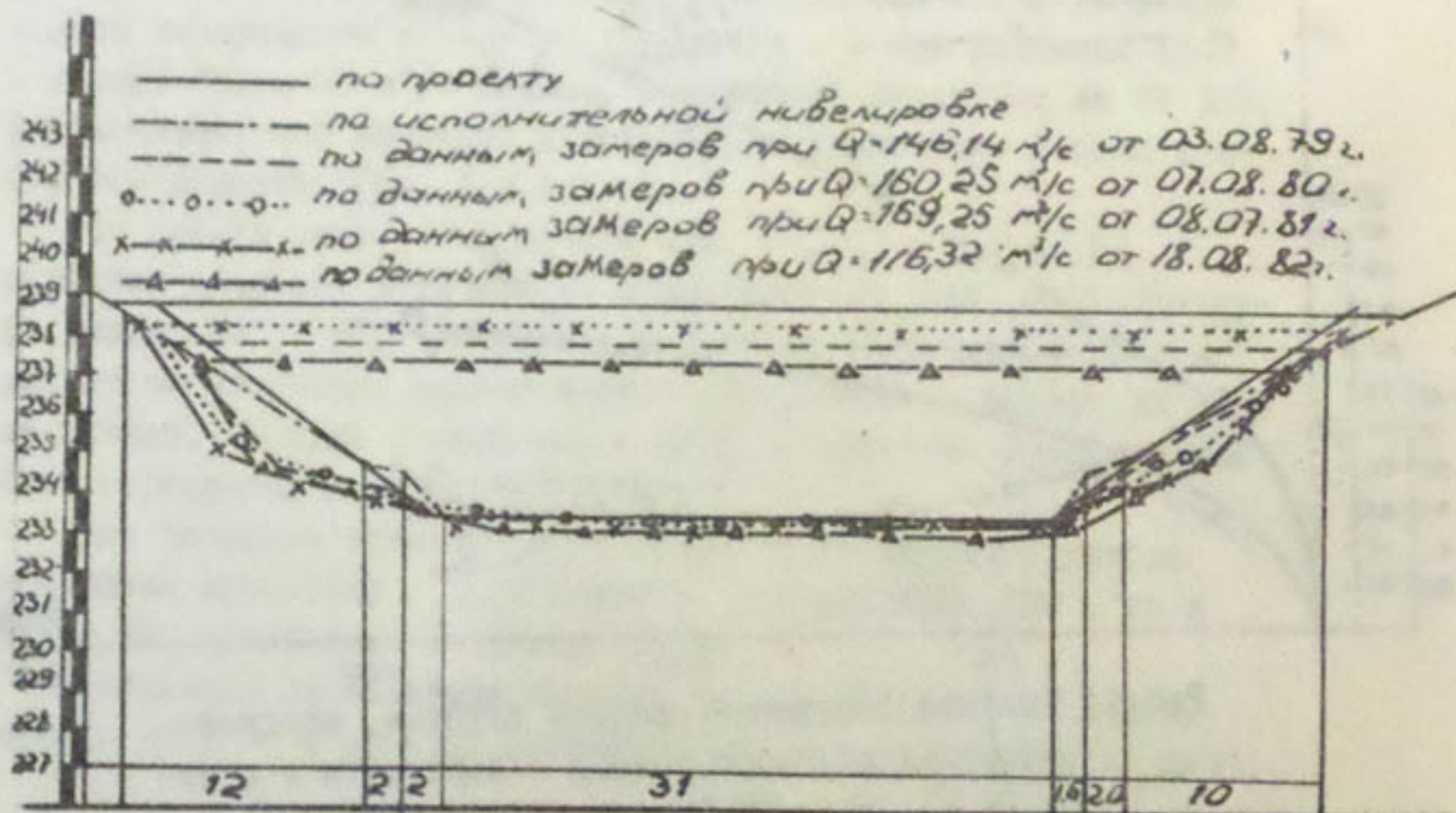


Рис. 2б. Поперечное сечение КзМК по данным проекта и измерений в створе ПК 43.

размыву. Берега же в створе ПК 70 сложены из суглинков и не дают потоку расширяться.

Зависимости, характеризующие изменение ширины потока от средней глубины, также хорошо описываются степенными функциями, выраженными параболой с вертикальной осью, и имеют следующий вид:

для створа ПК 43

$$B = 46 H^{0,22} ; \quad (3)$$

для створа ПК 70

$$B = 40,5 H^{0,22} . \quad (4)$$

Показатели степени в этих зависимостях равны, а коэффициенты, как и в зависимостях (1) и (2), различны.

Полученные равенства (1...4) описывают поперечный профиль сечения КЗМК для двух грунтовых условий, т.е. для сечения, откосы которого состоят из мелкого песка и супеси, и для сечения, откосы которого состоят из суглинка.

В ы в о д ы

Исследования, приведенные на КЗМК, показали, что на участках с различными грунтовыми характеристиками ложа и откосов канала деформации русла происходят неодинаково. На участках, откосы которых сложены из мелкого песка и супеси, деформация берегов происходит значительно больше, чем на участках с суглинистыми грунтами. Это хорошо видно по полученным выше зависимостям (1...4) ширины потока от расхода воды и глубины потока.

Установлено, что регулятор на ПК 14 и транзитный перепад на ПК 120 влияния на изменение уклона водной поверхности на исследуемом участке 2 не оказал. В то же время переменный режим спад-подпор-спад на перепаде ПК 120 оказывал влияние на уклон на участках 3 и 4.



— существующие сооружения
 --- рекомендуемые мероприятия

Схема рекомендуемых мероприятий: 1, 2 — насосная станция; 3, 4, 5, 6 — ГТ сооружение; 7, 8 — соединительный канал; 9 — трубопроводы; 10 — головные водопроводные станции; 11 — руслорегулирующие мероприятия; 12 — канал с осветленной водой.

хранилищ Султансанджар и Комбулак на 2,5 млрд.м³, в том числе за счет снижения ГМО до 114 м – на 0,5 млрд.м³, а также повышения НПУ в Комбулаке – на 2,0 млрд.м³. Для реализации этих предложений необходимо расширить и углубить соединительный канал между Комбулаком и Султансанджаром, построить перегораживающее сооружение на этом канале, джкер под левобережным каналом и насосную станцию для заправки воды в Комбулак до отметки 141 м (рисунок).

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Из-за целого ряда факторов значительно осложнилась водохозяйственная обстановка в низовьях р. Амударья.
2. Для предотвращения ухудшения водохозяйственной обстановки в низовьях необходимо осуществить специальные мероприятия по обеспечению питьевой водой необходимого качества, предупреждению чрезмерного осветления речной воды и ограничению возможных ее дефицитов. Для этого могут быть использованы мероприятия, разработанные САНИИРИ.
3. В дальнейшем исследования необходимо продолжить в направлении детализации разработанных рекомендаций.

А.А.Кадыров, канд.техн.наук

С.Х.Махкамов

(САНИИРИ им.Д.Д.Хурина)

ОПЫТНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ШЕЗИ В ПЕСЧАНЫХ РУСЛАХ ПРИ ДВИЖЕНИИ ДОННЫХ НАНОСОВ

Гидравлический расчет каналов в решающей степени зависит от правильного учета всех факторов, влияющих на гидравлические сопротивления. В практических расчетах гидравлические сопротивления учитываются через коэффициент Шези C в формуле Шези:

$$v = C \sqrt{Ri} \quad , \quad (1)$$

где $C = f(n; R)$;

n – коэффициент шероховатости;

R – гидравлический радиус.

Как указывают многие авторы / 1,2,3/, в одном и том же створе канала, где наблюдается движение донных наносов, величина коэффициента шероховатости Π в течение года в зависимости от режима наносов колеблется в широких пределах.

Имеются попытки увязать коэффициент Шези C с коэффициентом гидравлического трения λ , так как для широких, приближающихся к плоским ($R \approx H$), потоков существует связь между C и λ в виде

$$\frac{C}{\sqrt{g}} = \left(\frac{2}{\lambda}\right)^{0.5} \quad (2)$$

Здесь λ — представляется как функция от относительной шероховатости русел $\frac{d}{h}$, где d — осредненное значение высоты выступов шероховатости, м.

Таким образом можно получить удовлетворительные результаты, но лишь для неподвижных русел, в которых есть возможность вычислить среднее значение высоты выступов шероховатости d . В размываемых руслах с движущимися наносами такой подход дает неудовлетворительные результаты.

В последние годы предпринимаются попытки [4,5] определения коэффициента Шези иными путями, не связанными с установлением численных величин коэффициента шероховатости Π .

По результатам лабораторных опытов В.С.Киороз [3] вывел формулу для безмерного коэффициента Шези и гидравлического трения потока при грядовой форме движения донных наносов, пренебрегая сопротивлением зернистой поверхности:

$$\frac{C}{\sqrt{g}} = 3,16 \left(\frac{\ell_r}{h_r}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{R}{h_r}\right)^{\frac{1}{8}} \quad (3)$$

Имеется ряд формул для определения грядового сопротивления русла, предложенных А.Полад-заде [5], Б.Ф.Снищенко [6] и др.

Недостатком формул типа (3) является то, что в них одна неизвестная величина заменяется другой, а иногда сразу двумя прогнозируемыми, как в данном случае, величинами ℓ_r , h_r .

Сложный механизм движения наносов в потоке требует продолжения исследований и получения более усовершенствованных формул для коэффициента Шези, учитывающих все основные факторы, обуславливающие гидравлические сопротивления в руслах с подвижным дном.

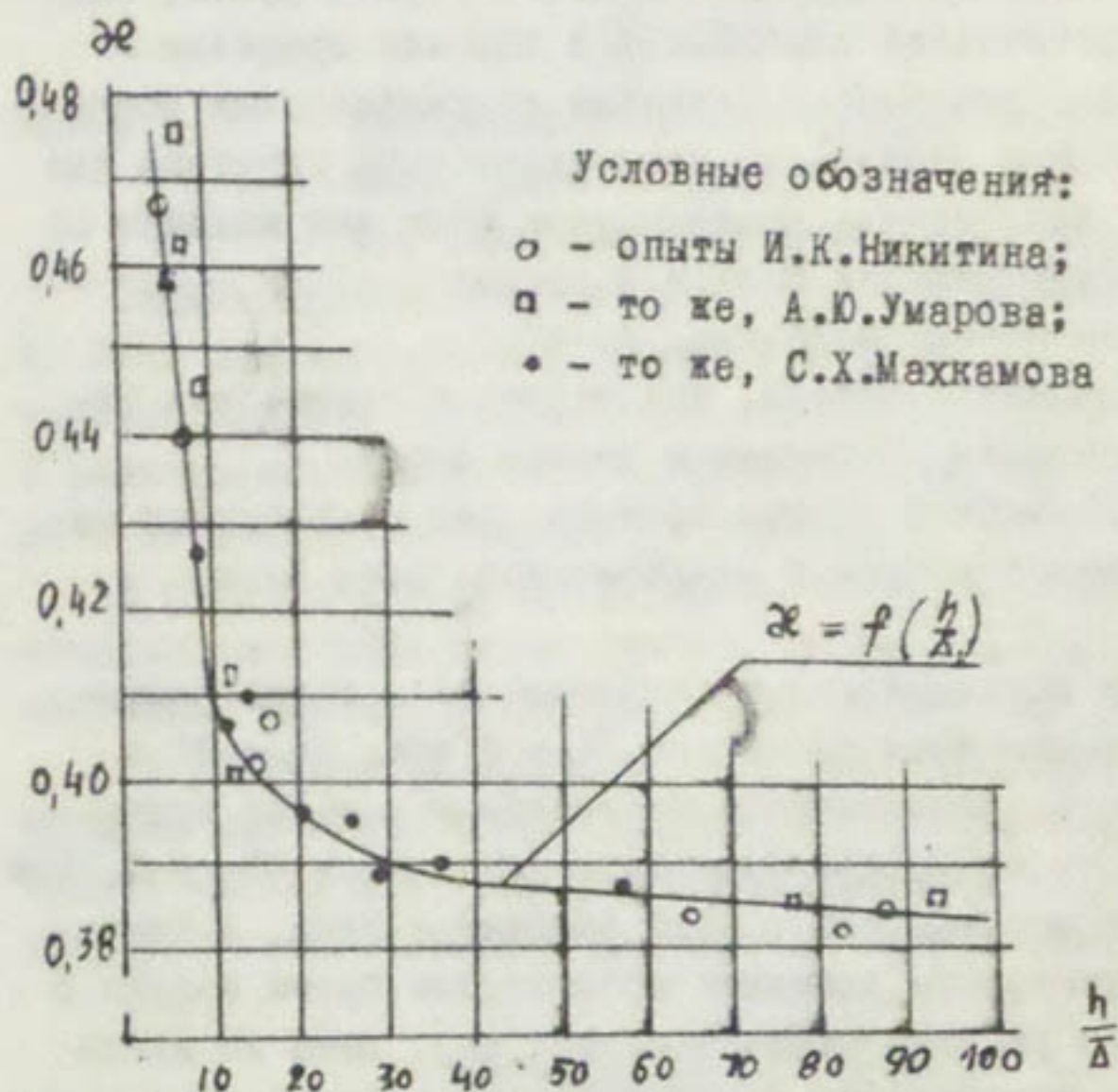
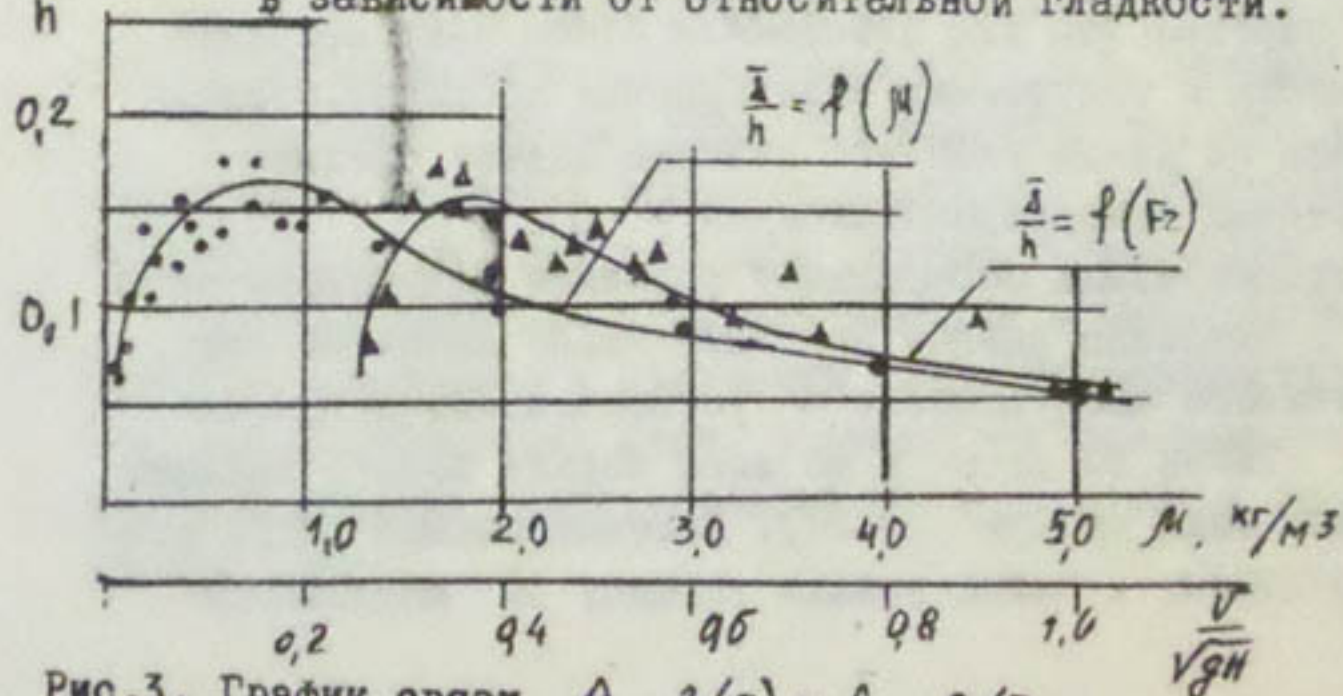
Рис.1. Методика определения $\bar{\Delta}$.

Рис.2. График изменения параметра Кармана в зависимости от относительной гладкости.

Рис.3. График связи $\frac{\Delta}{h} = f(\mu)$ и $\frac{\Delta}{h} = f(Fr)$.

расчетной зависимости для параметров гряд.

Рядом авторов выведены формулы по определению параметров гряд, что отражено в литературных источниках. Существуют зависимости, устанавливающие связь высоты гряд с относительной скоростью (формула В.С.Кнороза) и глубиной потока (формулы С.Х.Абальянца, Б.Ф.Снищенко).

По данным исследований С.Х.Абальянца, высота гряды определяется по приближенной зависимости [1]

$$h_r = (0,12 \div 0,21) h^{2/3} . \quad (5)$$

Б.Ф.Снищенко [6] на основе большого количества опытных данных получил зависимость для высоты гряды ($h > 100$ см):

$$h_r = 0,2 + 0,1 h . \quad (6)$$

Исследования, проведенные нами, показали, что высота гряды зависит от глубины потока и крупности наносов. На это указывают и другие авторы [10,3,6]. Для установления связи

$h_r = f(h, d_{cp})$ нами обработаны опытные данные наших исследований, а также З.Н.Нуритдинова и Н.С.Знаменской [10].

На рис.4 опытные точки удовлетворительно расположились вокруг прямых при одинаковом показателе с разными коэффициентами постоянных, зависящими от крупности наносов:

$$h_r = a h^{0,7} , \quad (7)$$

где a - коэффициент, зависящий от механического состава наносов; в наших опытах изменялся в пределах 0,13...0,16.

Коэффициент a можно вычислить в зависимости от крупности наносов по уравнению

$$a = 0,03 d_{cp}^{-0,2} . \quad (8)$$

Решая совместно уравнения (7) и (8), получим формулу для определения высоты гряды:

$$h_r = 0,03 h^{0,7} d^{-0,2} \quad (9)$$

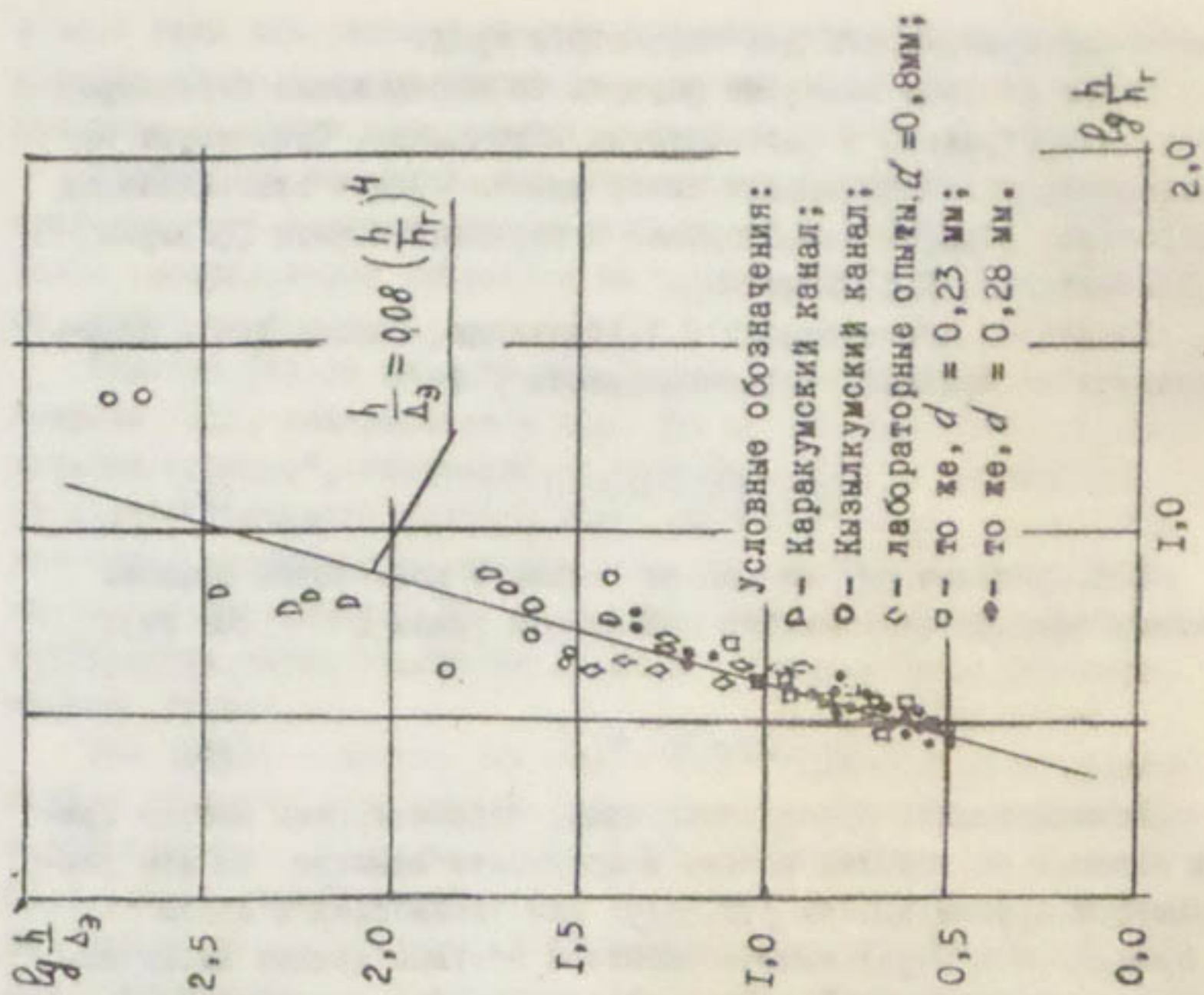


Рис. 5. График связи $\frac{h}{\Delta z} = f \left(\frac{h}{h_r} \right)$.

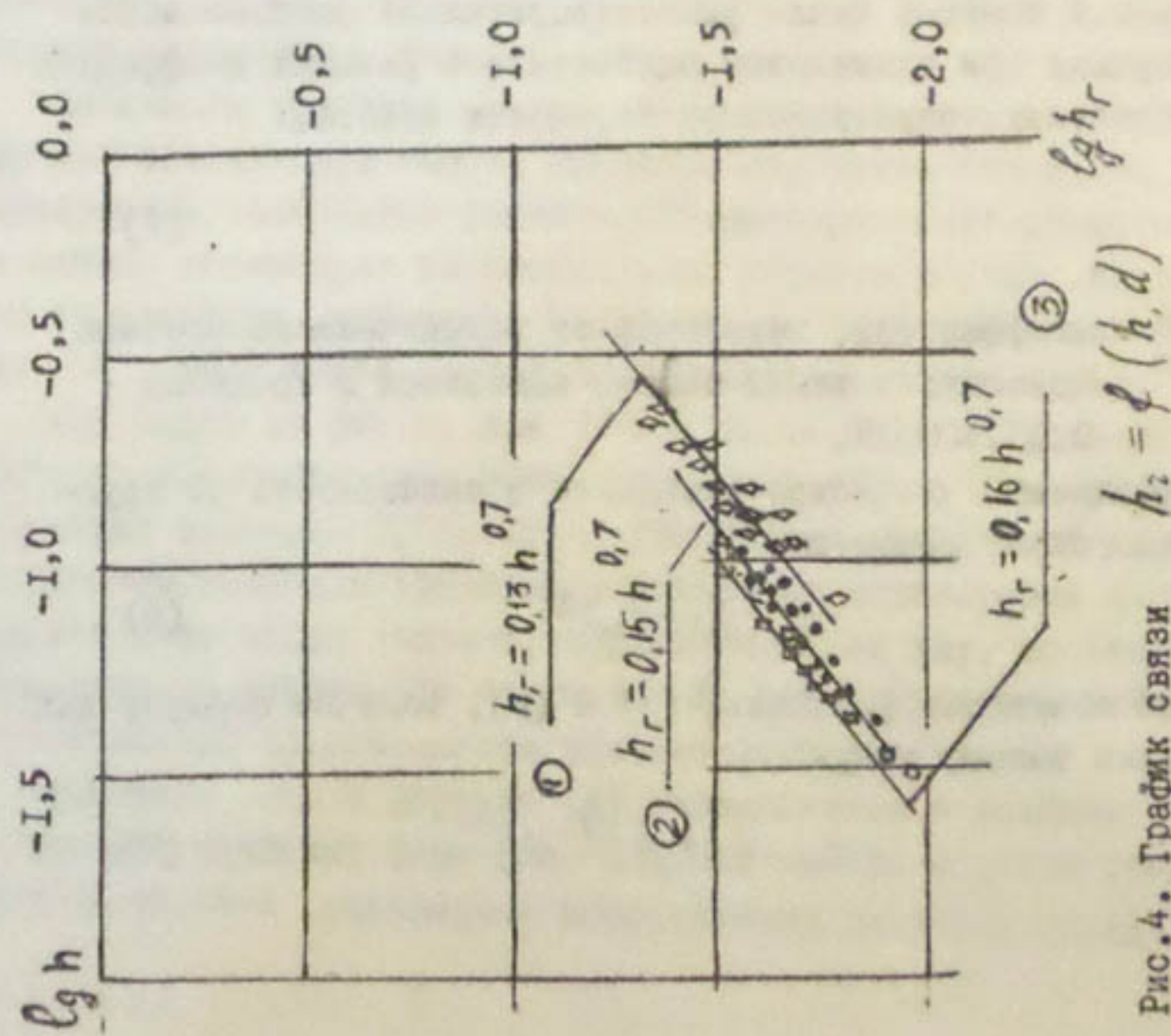


Рис. 4. График связи в логарифмических координатах:
 1 - опыты Н.С.Знаменской, $d = 0,8 \text{ мм}$;
 2 - то же, С.Х.Махамова, $d = 0,28 \text{ мм}$;
 3 - то же, З.Н.Нуритдинова, $d = 0,23 \text{ мм}$

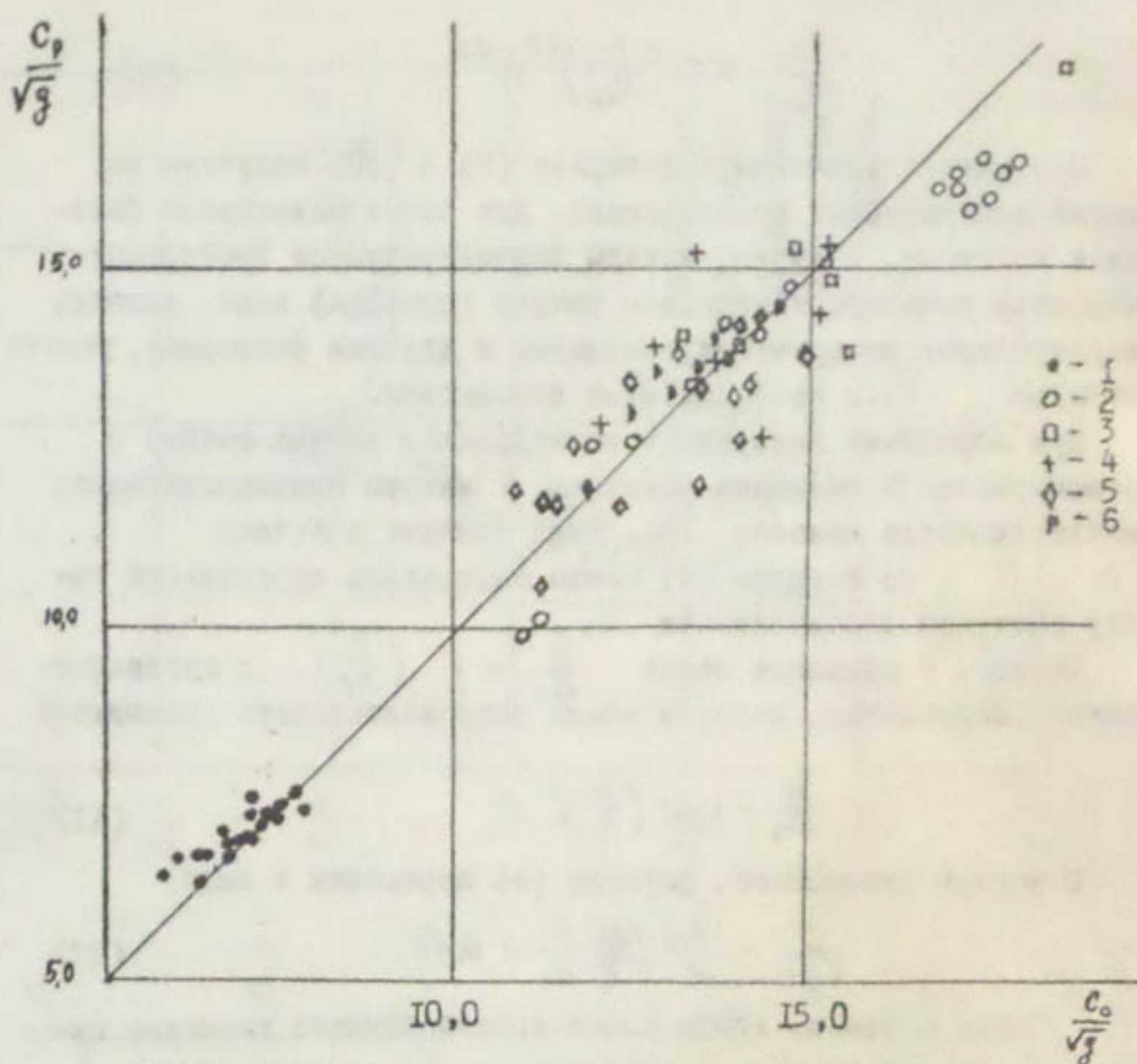


Рис.6. График сравнения величины расчетного коэффициента Шези с фактическими его значениями:

- 1 - лабораторные опыты С.Х.Махкамова;
- 2 - Кызылкумский канал (1978 г.);
- 3 - канал им. В.И.Ленина (1977 г.);
- 4 - канал Кызкеткен (1976 г.);
- 5 - каналы Азизбековской системы (1930);
- 6 - каналы системы южного Хорезма (1930 г.).

А.А.Кадыров, канд.техн.наук

(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ УСТОЙЧИВЫХ РУСЕЛ КАНАЛОВ В МЕЛКОПЕСЧАНЫХ ГРУНТАХ

Морфометрические зависимости для русел естественных водотоков в русловой гидротехнике используются давно. Широко известны формулы В.Г.Глушкова, С.Т.Алтунина, Н.А.Ржаницына, М.Ф.Срибного, М.А. Великанова и др. На практике руслорегулировочных работ и при устройстве водозаборов успешно применяются две расчетные зависимости С.Т.Алтунина / 2 /:

$$\frac{B_y^m}{h_{cp}} = K, \quad (1)$$

$$B_y = A \frac{Q_p^{0,5}}{i^{0,2}}, \quad (2)$$

где B_y - ширина русла водотока по урезу при Q_p ;
 Q_p - "руслоформирующий расход", т.е. расход водотока (1...3) %-ной обеспеченности;
 h_{cp} - средняя глубина потока при Q_p ;
 i - осредненный уклон водотока.

Численные значения степени m , постоянной K и коэффициента A установлены С.Т.Алтуниным путем обработки большого количества фактического материала по среднеазиатским рекам.

Практический интерес представляет вопрос: существуют ли зависимости аналогичной структуры для устойчивых, аллювиальных, русел каналов, так как движение потока и его взаимодействие со своим руслом подчиняются одним и тем же законам во всех случаях движения воды в земляном русле, независимо, естественное оно или искусственное, хотя в каналах из-за ряда причин (различия в гидрографе реки и графиках водоподачи в канал, наносного режима и т.д.) русловые процессы выражены менее, чем в реках.

Для выяснения этого вопроса можно было бы воспользоваться

фиктивным (модельным) потоком таким образом, чтобы частицы последнего в своем поступательном движении совершали попеременно подъем и спуск от дна до поверхности и обратно (как бы совершали скачок протяженностью $\mathcal{L}_h = 2\ell_h$).

При такой схематизации траектория каждой частицы фиктивного плоского потока есть линия тока потенциального течения, скоростное поле которого образовано эпиями составляющих скорости $\bar{U}_x$ и $|\bar{U}'_y|$ заменяемого реального потока; тогда модельный поток не противоречит известным уравнениям гидравлики открытых потоков и имеет вполне определенные количественные показатели:

$$\begin{aligned} U &= c\sqrt{h\tau} \\ \tau &\approx \rho |\bar{U}'_x|_{cp} |\bar{U}'_y|_{cp} = \rho U_*^2 \\ |\bar{U}'_y|_{cp} &= 0,71 U_* ; |\bar{U}'_x|_{cp} = 2 |\bar{U}'_y|_{cp} \\ \ell_h &= \frac{U}{|\bar{U}'_y|_{cp}} \cdot h = 1,41 \frac{U_{cp}}{U_*} \cdot h = \frac{2}{\sqrt{\lambda}} \cdot h \end{aligned} \quad (3)$$

$$(\ell_h \cdot |\bar{U}'_y|_{cp} = U h = q ; \text{ м}^3/\text{с на п.м.})$$

При построении эпии $|\bar{U}'_y|$ для последующего вычисления $|\bar{U}'_y|_{cp}$ мы воспользовались уравнением И.К.Никитина [8], предложенным им для выражения закона распределения по глубине среднеквадратичных отклонений пульсации скорости по оси OY . Для перехода от среднеквадратичных отклонений к осредненной по модулю величине (по абсолютной величине) вертикальной пульсационной составляющей скорости использовали приближенное соотношение [13]:

$$\bar{\Phi}_y = \sqrt{\overline{U_y'^2}} \approx 1,25 |\bar{U}'_y| . \quad (4)$$

Как видно из системы (3), важной характеристикой модельного потока является величина ℓ_h или $\mathcal{L}_h = 2\ell_h$, так как она непосредственно связана с осредненным скоростным полем потока через U_{cp} и $|\bar{U}'_y|_{cp}$ и через них с сопротивлением русла потоку.

Необходимо отметить, что описанная выше схематизация безнапорного потока является развитием идей (усовершенствованием

модели) Н.А.Бернадского – А.С.Образовского [9,10], с той разницей, что наша схематизация характеризуется вполне определенными количественными соотношениями.

Опираясь на изложенные выше соображения о существовании взаимосвязи между масштабами низкочастотных (крупномасштабных) структурных образований в потоке и основными морфометрическими характеристиками устойчивого русла (B_y , h_{cp}), в порядке допущения можно записать:

$$B_y = a_0 \ell_h = a_0 \frac{U}{|U_y'|_{cp}} \cdot h = 1,41 a_0 \frac{U}{U_*} h, \quad (5)$$

где a_0 – коэффициент пропорциональности (в общем случае переходной коэффициент);

$U_* = \sqrt{g h i}$ – динамическая скорость потока.
После несложных преобразований имеем:

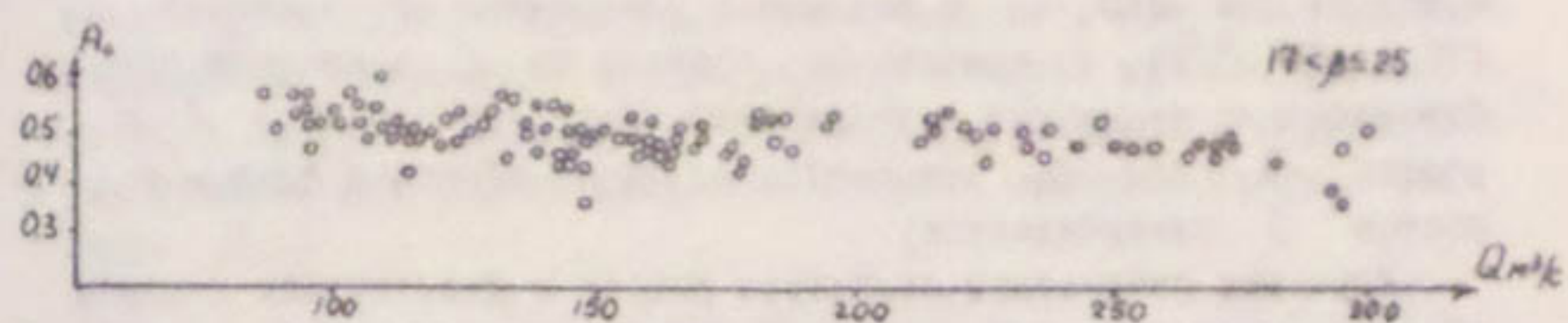
$$B_y = A \frac{Q^{0,5}}{i^{0,25}}, \quad (5a)$$

где $A = \left(\frac{1,41 a_0}{\sqrt{g h}} \right)^{0,5}$.

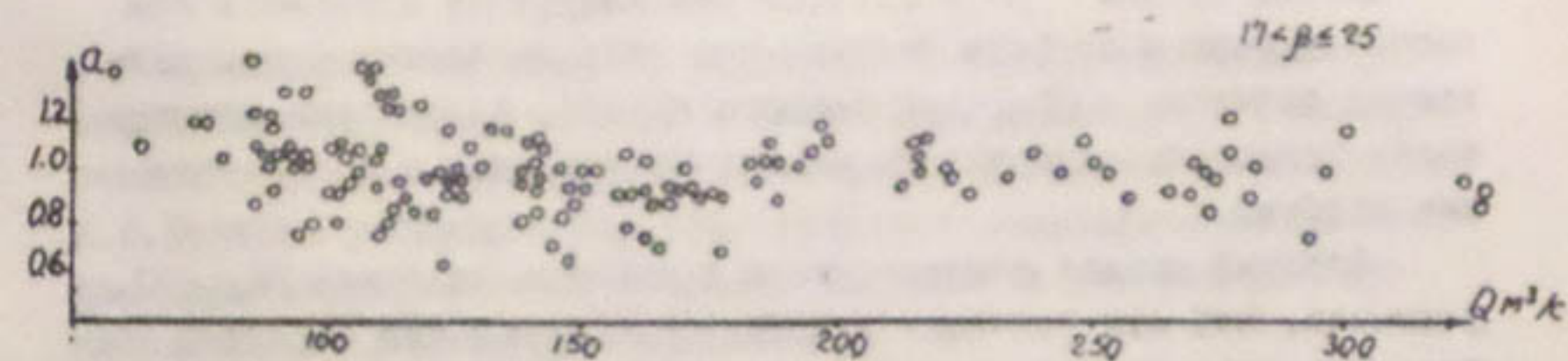
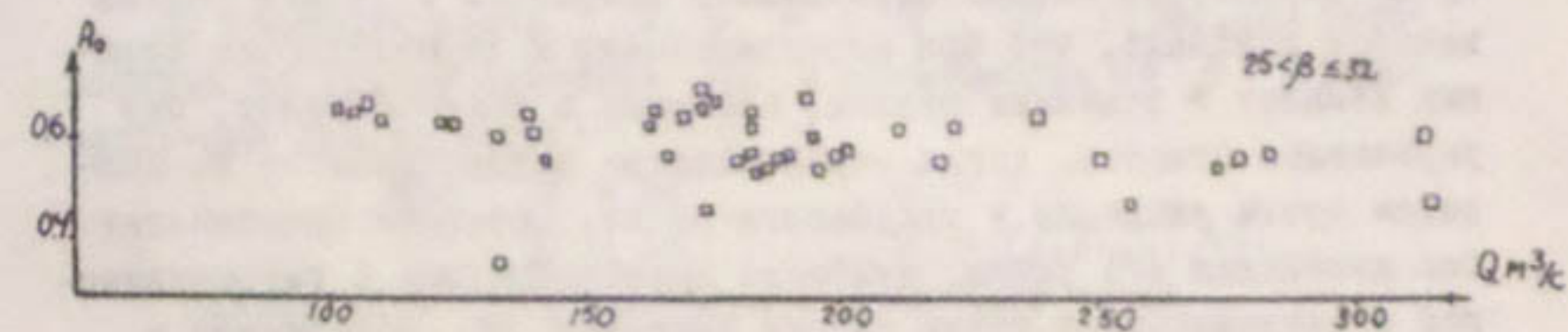
Зависимость (5a) структурно идентична с приведенной выше зависимостью С.Т.Алтунина, нашедшей широкое применение в практике русловой гидротехники.

Для расшифровки численных значений коэффициентов (параметров) A , a_0 , K и степени m воспользуемся данными многочисленных натурных измерений (более 340), выполненных полевыми отрядами ТуркменНИИГима и других НИИ на Каракумском канале им. В.И.Ленина. Этот канал, будучи одним из крупнейших в СССР, имеет свои характерные особенности:

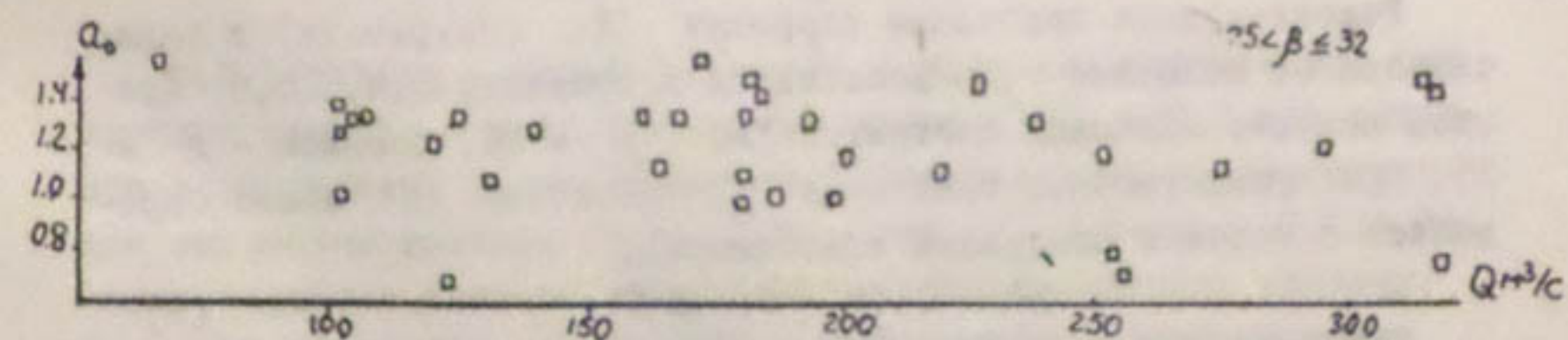
– в канал забирается мутная амударьинская вода, но, проходя через Келифские озера – отстойники, – она осветляется; в связи с этим наблюдаемый ниже этого участка ограниченный транспорт наносов в канале, в том числе и донных в виде рифелей и



a)



b)



Графики связи: а - $A_0 = f(Q, \beta)$; б - $a_0 = f(Q, \beta)$.

мость от величины Q в диапазоне измеренных его значений ($70 \dots 400 \text{ м}^3/\text{с}$), но существенно зависят от β ; имеется слабо выраженная тенденция к уменьшению численных значений A с ростом Q (для α_0 эта тенденция имеет обратный знак - с ростом Q увеличивается).

Изучение скоростной структуры потока в действующих каналах (Кызылкумский в КазССР, Шават, Ташсака - в низовьях Амударьи) путем построения изоток осредненных скоростей с учетом режима наносов показало, что при проектировании и строительстве крупных каналов в земляных руслах, особенно в мелкопесчаных, без укрепления откосов, когда строительство осуществляется по очередям путем уширения и углубления русла, оставляя практически без изменения его уклон, наиболее целесообразные с гидравлической и экономической точек зрения значения β колеблются в пределах $20 \dots 35$.

Нижний предел $\beta = 22 \dots 25$ рекомендуется принимать при расчетах первой очереди канала; при этих значениях устанавливаются значения $U_{дон}$ для данного грунта, гидравлично-экономически целесообразные уклоны канала по участкам и соответственные глубины.

Верхний предел рекомендуется принимать не более $30 \dots 32$, учитывая, что эти значения неизбежно появятся при расчетах последующих очередей канала при его уширении и незначительном углублении (или когда h_{cp} остается без изменения).

Рекомендуемые численные значения A (см. рис. 1а) в зависимости от величины β колеблются в пределах $0,4 \dots 0,6$. При этом меньшее значение соответствует $\beta = 20$, большее - $\beta = 35$. При промежуточных значениях β величину A можно определять с помощью следующей зависимости:

$$A = 0,14 + 0,013\beta. \quad (6)$$

При расходах $Q > 400 \text{ м}^3/\text{с}$ для учета, как было указано выше, хотя и слабой, но бросающейся в глаза тенденции уменьшения A с ростом Q , рекомендуется вводить поправочный коэффициент, определяемый из приближенной зависимости

$$K = 1,02 - 0,00005 Q, \quad (7)$$

из которой вытекает, что при $Q = 400 \text{ м}^3/\text{с}$ $K = 1$.

Обработка данных измерений по Каракумскому каналу в диапа-

зоне $\beta = 20 \dots 35$ показала, что зависимость (5а) дает удовлетворительные результаты при показателе степени уклона, равном 0,24, а не 0,25. Поэтому для расчетов рекомендуется зависимость (на степень при уклоне оказывает влияние наносный режим и значение β)

$$B_y = A \frac{Q^{0.5}}{i^{0.24}} \quad (8)$$

Из графиков связи $a_0 = f(Q, \beta)$ (рис. 1б) установлены численные значения a_0 в зависимости от β , рекомендуемые для расчетов:

$$\begin{array}{ll} \text{при } \beta = 20 & a_0 = 0,8 \\ \beta = 35 & a_0 = (1,2 \dots 1,4). \end{array}$$

Зависимость (5) представим в следующем виде:

$$\frac{B_y}{h_{cp}} \cdot \lambda^{0.5} = 2 a_0 \quad (9)$$

Основываясь на анализе структуры потока (корреляции пульсационных скоростей течения в продольном и поперечном направлениях и данные о распределении средних скоростей по глубине), И.Ф.Карасев установил [4] существование квазимономерного потока, характеризуемого отсутствием внутренних условий для его расчленения, в следующих пределах:

$$1 < \beta \cdot \lambda^{0.5} < 4,5. \quad (10)$$

С.Х.Абальянц в своей работе [1] приводит характерные для крупных каналов в мелкопесчаных грунтах ($d_{cp} = 0,2$ мм) значения коэффициента гидравлического сопротивления, соответствующие скоростям течения (0,7...1,0) м/с: $\lambda = 0,009 \dots 0,014$. Они подтверждаются данными измерений на среднеазиатских каналах. При этих значениях λ из (10) вытекает, что гидравлическая устойчивость потока обеспечивается, если значения β находятся в следующих пределах:

$$(8,47 \dots 10,6) < \beta < (38,1 \dots 47,8).$$

Нижний предел β не вызывает сомнений, хотя при этих значениях β отмечаются интенсивные деформации русла по смоченному периметру в целом, приводящие в итоге к некоторому расплыванию профиля [12]. При значениях $\beta = (38 \dots 48)$, как показали построенные изотакти осредненных скоростей по данным натур-

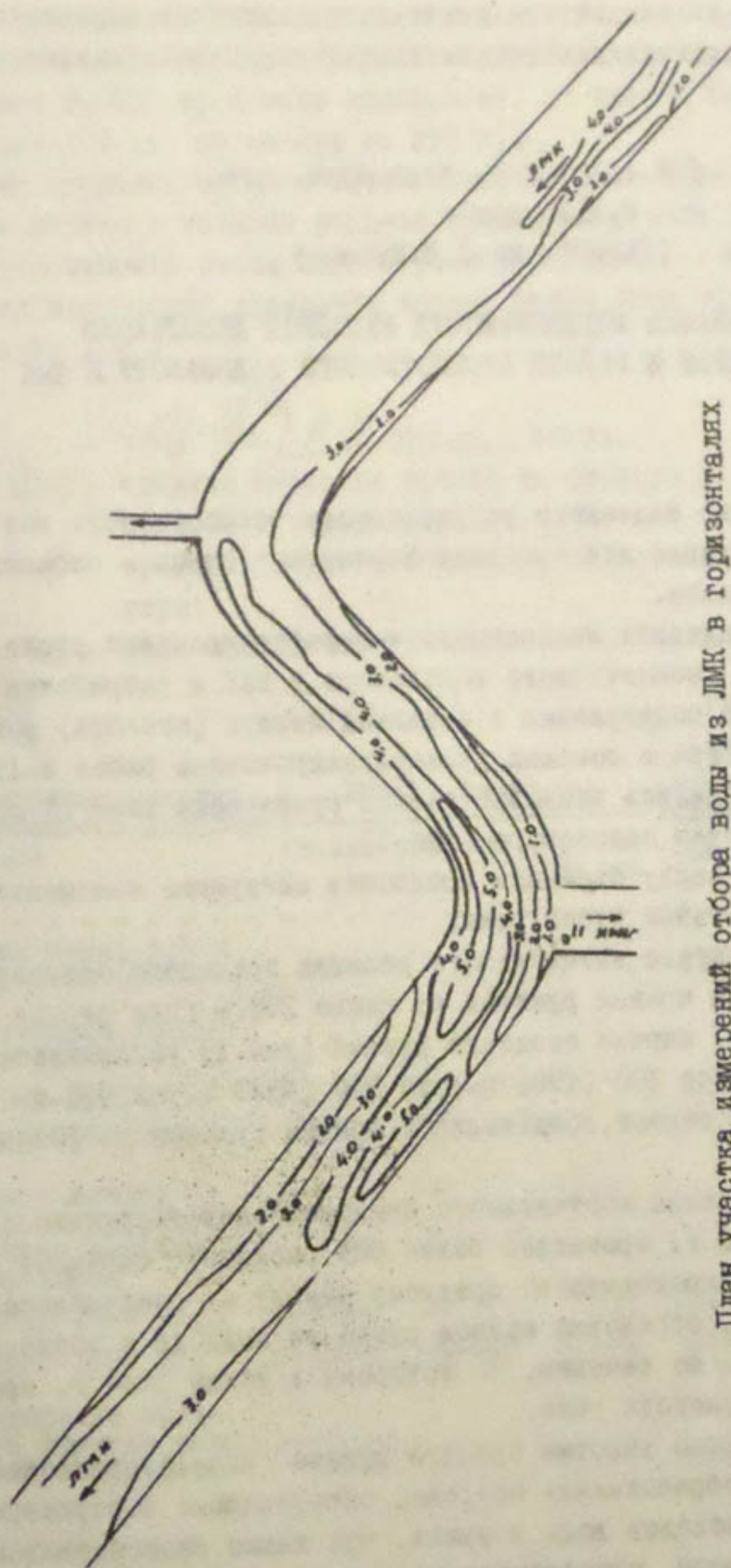
Таблица I

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$		$i^{0,24}$	$A = A_0 K_0$ при $\beta = 25$	B_y м	h_{cp} м	$\frac{B_y}{h_{cp}}$	v_{cp} м/с	$\omega = B_y h_{cp} C = \frac{v}{\sqrt{h_{cp} l}}$ м ²	$\eta = \frac{v}{c}$ по Форхгей- меру	$\eta = \frac{v}{c}$ по Ман- нингу	η при $h_{0,1}$
700		(0,000010) ^{0,24} =	0,46	174,35	7,23	24,10	0,55	1260,55	0,028	0,0268	0,023
1000		0,0695	0,45	204,75	8,24	24,84	0,59	1687,14	0,028	0,0267	0,023
1270			0,44	225,60	8,98	25,26	0,63	2025,88	0,028	0,0265	0,0229
1800			0,43	262,49	10,10	25,98	0,68	2651,14	0,028	0,0266	0,0227
2400			0,42	296,05	11,16	26,52	0,73	3303,91	0,028	0,0264	0,0224
700		(0,00002) ^{0,24} =	0,46	163,36	6,85	23,84	0,62	1119,01	0,0277	0,026	0,0228
1000		0,0745	0,45	191,00	7,79	24,51	0,67	1487,89	0,028	0,026	0,0228
1270			0,44	210,47	8,43	24,96	0,71	1774,26	0,028	0,026	0,0226
1800			0,43	244,87	9,55	25,64	0,76	2338,50	0,028	0,026	0,0227
2400			0,42	276,18	10,54	26,20	0,82	2910,93	0,028	0,026	0,0223
700		(0,000025) ^{0,24} =	0,46	154,84	6,55	23,66	0,69	1014,20	0,027	0,025	0,0223
1000		0,0786	0,45	181,04	7,45	24,30	0,74	1348,74	0,0275	0,0257	0,0224
1270			0,44	199,49	8,07	24,71	0,78	1609,88	0,0276	0,0258	0,0221
1800			0,43	232,10	9,14	25,89	0,84	2121,39	0,0279	0,026	0,0224
2400			0,42	261,77	10,08	25,96	0,90	2638,64	0,028	0,0269	0,0222

Таблица 2

$Q,$	$i^{0,24}$	A при $\beta=32$ $A_0=0,556$	$A_0 K_0$	$B_y,$ м	$h_{cp},$ м	$\frac{B_y}{h_{cp}}$	$U_{cp},$ м/с	$\omega = B_y \cdot h_{cp} \cdot C = \frac{U}{\sqrt{h_{cp} \cdot i}}$	$\beta = 32$ $\frac{F_{ax}}{C}$ по Фюрхгей- меру	$n = \frac{F_{ax}}{C}$ по Manning- гу	$\frac{n}{h^{0,07}}$ при $h_{0,1}$
700	$(0,000015)^{0,24} =$	0,55	209,37	6,40	32,70	0,52	1339,90	53,06	0,0270	0,0257	0,0226
1000	$= 0,0695$	0,54	245,70	7,29	33,70	0,56	1791,15	53,84	0,0276	0,0258	0,0226
1270		0,53	271,76	7,92	34,30	0,59	2152,33	54,62	0,0276	0,0258	0,0225
1800		0,52	317,43	9,00	35,26	0,63	2856,87	54,31	0,0285	0,0260	0,0229
2400		0,50	352,44	9,81	35,92	0,68	3457,43	56,19	0,028	0,0260	0,0223
700	$(0,00002)^{0,24} =$	0,55	195,32	6,04	32,30	0,59	1179,73	53,63	0,0267	0,0251	0,0223
1000	$= 0,0745$	0,54	229,21	6,89	33,26	0,63	1579,25	54,78	0,0268	0,0251	0,0221
1270		0,53	253,52	7,47	33,80	0,67	1896,32	54,92	0,0270	0,0254	0,0222
1800		0,52	296,13	8,50	34,83	0,71	2517,10	54,61	0,0280	0,0261	0,0226
2400		0,50	328,79	9,27	35,50	0,79	3039,96	57,35	0,0272	0,0252	0,0217
700	$(0,000025)^{0,24} =$	0,55	185,13	5,78	32,02	0,65	1070,05	54,16	0,0262	0,0247	0,0220
1000		0,54	217,25	6,59	32,96	0,70	1431,67	54,68	0,0266	0,0250	0,0220
1270	$= 0,0786$	0,53	240,30	7,16	33,56	0,74	1720,54	55,22	0,0268	0,0251	0,0220
1800		0,52	280,68	8,14	34,48	0,78	2284,73	54,92	0,0276	0,0258	0,0224
2400		0,50	311,63	8,86	35,17	0,86	2761,04	57,71	0,0268	0,0249	0,0215

8. Никитин В.К. Турбулентный поток и процессы в придонной области. - Киев: Изд-во АН УССР, 1963. - 142 с.
9. Бернадский Н.М. Теория турбулентного потока и ее применение к построению течений в открытых водоемах. В кн.: Мат. по гидрологии, гидрографии и водоемам СССР. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1933, серия III, вып. XL.
10. Образовский А.С. Применение степенной зависимости к построению модели структурного механизма открытого турбулентного потока. - Тр. гидравлической лаборатории ВОДГЕО, вып. 4. - 1954.
11. Кадыров А.А., Нуритдинов З., Ирмухамедов Р. Натурные исследования формы русла и предельных скоростей течения на Кызылкумском магистральном канале. - Сб. науч. тр. /Среднеаз. НИИ ирригации, 1983, вып. 168, с. 128-143.
12. Мухамедов А.М., Жураев Т., Ишанов Х. Модельные исследования параметра формы русел песчаных каналов. - Сб. науч. тр. /Среднеаз. НИИ ирригации, 1983, вып. 168, с. 54-62.



План участка измерений отбора воды из ЛМК в горизонталях
(с указанием глубин).

XX
 XX

Р.К.Уркинбаев, канд.техн.наук,
 Ш.Р.Хамдамов
 (САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РУСЛОВОЙ ДЕФОРМАЦИИ р.АМУДАРЬИ В РАЙОНЕ БЕСПЛОТИННОГО ВОДОЗАБОРА В КМК

Обеспечение надежного регулируемого бесплотинного водозабора из Амударьи для орошения Каршинской степи – сложная инженерная задача.

В целях изучения интенсивности переформирования русла реки в районе бесплотинного водозабора в КМК и разработки мероприятий по поддержанию в меженный период (октябрь) устойчивого водозабора с помощью руслорегулировочных работ в 1982–1984 гг. проводились плановые съемки русла реки выше (3 км) и ниже (2 км) точки водозабора (рис. I)

За период между съемками произошли следующие изменения планового очертания русла реки.

1. В результате интенсивного размыва песчаного острова между средним и правым рукавом на длине 250 м (при ширине размыва до 300 м) ширина среднего рукава (рис. I) увеличилась во входном створе от 100 (1982 г.) до 250 (1983 г.) и 400 м (1984 г.), а в створе соединения с правым рукавом до 700 м (1984 г.).

2. В результате постепенного отмирания левого рукава (по которому в 1982 г. протекало более 60% расхода) основной речной поток стал проходить по среднему рукаву и, соединившись с правым рукавом, образовал единое русло на подходе к точке водозабора и ниже по течению, по которому в конце 1984 г. проходило до 90% расхода реки.

3. На головном участке правого рукава (рис. I) произошел изгиб русла и образовались острова, затрудняющие поступление значительных расходов воды в рукав, что также способствовало усилению тока воды, проходящего по среднему рукаву.

4. Прохождение основных расходов по среднему рукаву вызвало размыв левого берега в районе водозабора (на длине 1,5 км, по ширине до 600 м) и ниже водозабора, на правом берегу его (на длине 1,3 км, по ширине до 250 м).

Среднегодовой объем и интенсивность смыва берегов реки по длине и ширине в годовом разрезе приведены в табл. I.

Интенсивность смыва берега реки в зависимости от угла свала и гидравлических элементов потока может быть установлена по формуле [2]

$$S = 4,6 \left(1 - \frac{V_2^2}{V_1^2} \right) P_1 V_1 \sin \alpha, \text{ м/сут.},$$

где V_1, V_2 - средние скорости потока на подходе и в створе вогнутого берега реки;

P_1 - мутность воды на подходе к вогнутому берегу реки;

α - угол направления течения потока (угол свала).

Таблица I

Наименование участка, подверженного деформации	Полоса смыва, м			Объем смыва, тыс. м ³	Среднегодовая интенсивность смыва, см/сут.
	длина	ширина	высота от дна		
1. Пойма между левым и средним рукавом	800	75	3...4	210	0,20
2. Расширение среднего рукава					
а) 1982-1983 гг.	1950	100-250	3...4	1160	0,55
б) 1983-1984 гг.	1900	75	4...5	642	0,20
3. Размыв левого острова правого протока у точки водозабора					
а) 1982-1983 гг.	300	70	5...6	116	0,19
б) 1983-1984 гг.	1500	70-600	5...6	2475	0,82
4. Расширение среднего протока ниже точки водозабора	1300	250	5...6	1788	0,68

Для определения среднесуточной интенсивности смыва левого берега с 19.10 по 23.10.1983 г. при следующих гидравлических элементах потока: средняя скорость - $V = 0,72$ м/с; средняя глубина - $H = 2,2$ м; мутность - $\rho = 2,65$ кг/м³ и угол свала потока к берегу $\alpha = 30^\circ$ проводились наблюдения, результаты которых показали, что интенсивность деформации (смыва) за указанный период изменилась от 4 до 1,17 м/сут (табл.2).

Таблица 2

Период наблюдения, ч	Полоса смыва, м		Высота берега от среднего дна, м	Объем смыва, тыс. м ³	Интенсивность смыва, м/сут
	длина	ширина			
18	1350	3	2	8,1	4
53		3	2	8,1	1,36
20,5		3	2	8,1	3,51
53		4	5	27,0	1,81
20,5		3	5	20,3	2,93
53		4	6	32,4	1,81
20,5		1	6	8,1	1,17

Русловые деформации, как правило, происходят в сочетании с глубинными (размывом дна или его подъемом в результате отложения наносов). Для получения достаточно достоверных данных о глубинных деформациях нами на участке русла реки длиной около 800 м были выполнены съемки дна эхолотом "Кубань" (рис.2) и получены данные об изменении среднего дна во времени (интенсивность глубинной деформации) на исследуемом участке реки (табл.3).

Из приведенных данных (табл.3) видно, что глубинные деформации в районе бесплотинного водозабора в КМК происходят непрерывно и связаны с изменением расхода (водности) и уровня воды. При этом в период паводка наблюдается подъем среднего дна, хотя в отдельные его периоды, особенно в начале половодья, возможно небольшое (по сравнению с подъемом) понижение, обуславливаемое размывом. После окончания паводкового периода и в начале

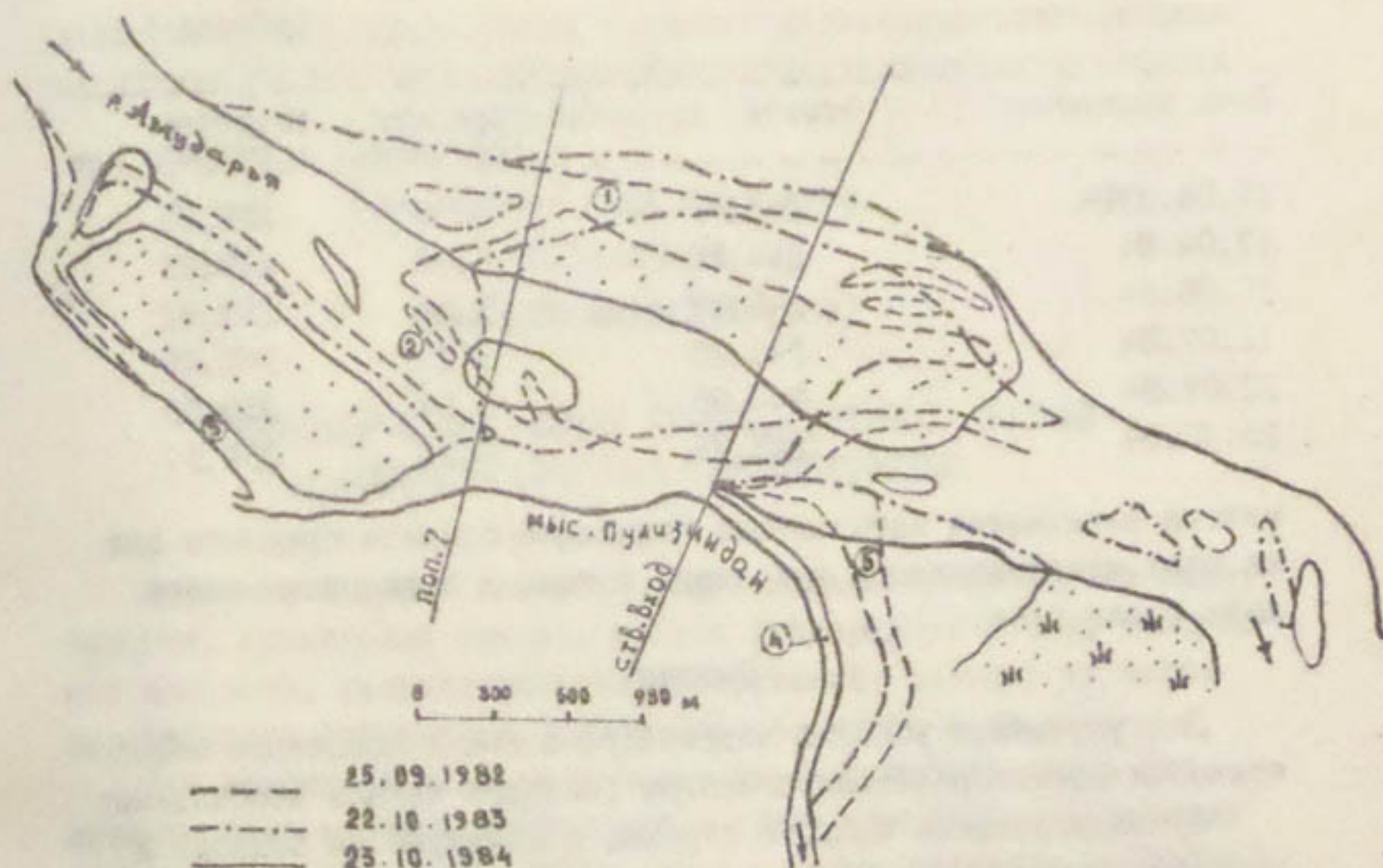


Рис. 1. План участка р. Амударья в районе водозабора в КМК: 1 - левый рукав; 2 - средний рукав; 3 - правый рукав; 4 - "новый" водозабор; 5 - "старый" водозабор.

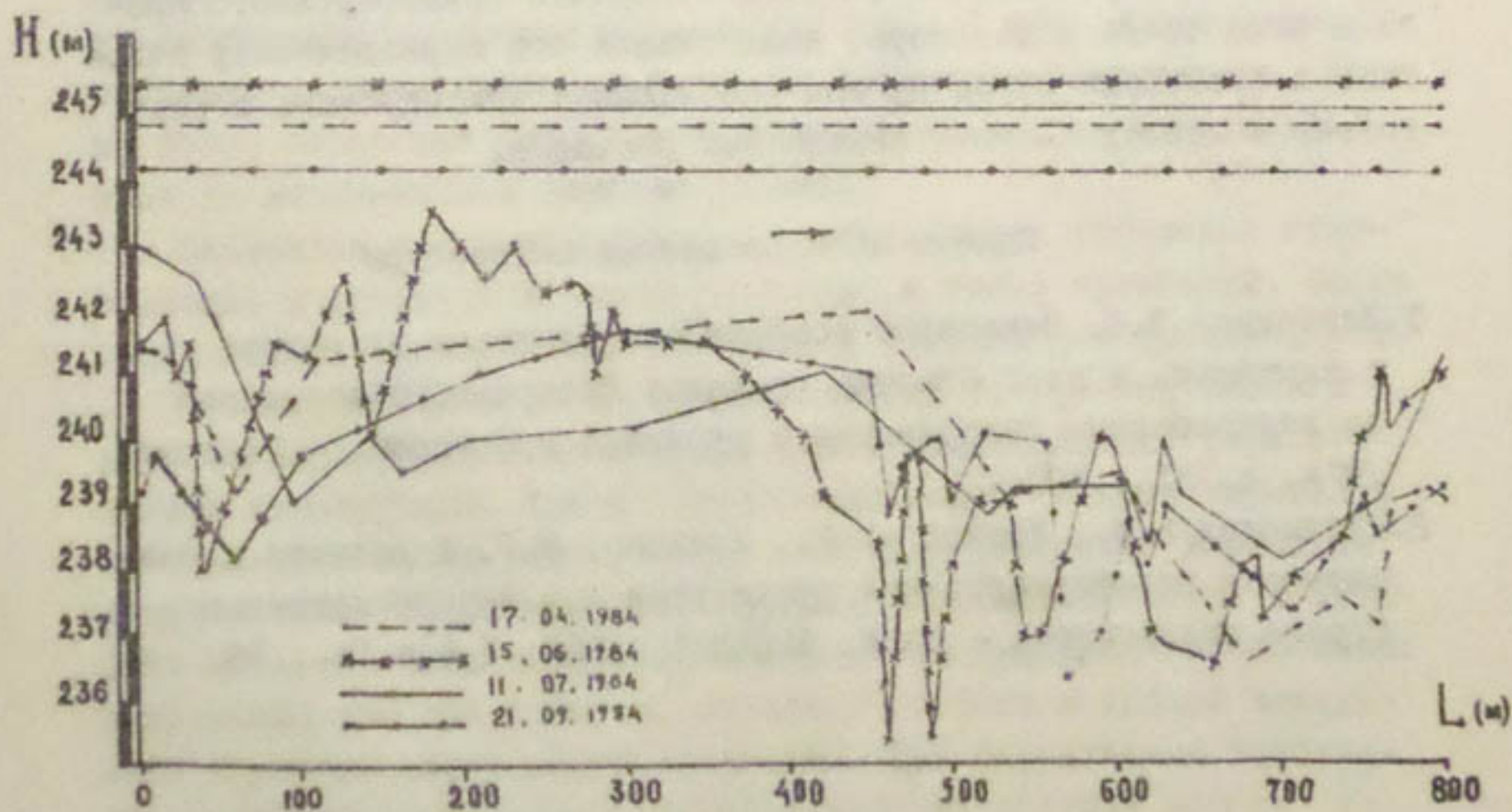


Рис. 2. Продольный профиль реки в районе бесплотинного водозабора в КМК (от поперечника 7 до входа).

Таблица 3

Дата измерения	Отметка горизонта	Средняя глубина, м	Отметка среднего дна
15.04.1984	243,75	3,90	239,85
17.04.84	244,59	4,96	239,63
15.06.84	245,27	5,66	239,61
11.07.84	245,20	5,20	240,00
21.09.84	244,00	5,00	239,00
23.10.84	243,78	5,21	238,57

межени начинается интенсивное понижение отметки среднего дна за счет меандрирования руслового потока в легкоразмываемом ложе русла реки.

Выводы

Для улучшения условий водозабора в КМК и повышения обеспеченности гарантированных плановых расходов канала необходимо:

- а) поддерживать большие глубины в Амударье на подходе к входному створу канала;
- б) систематически производить руслорегулировочные работы в русле среднего рукава;
- в) предотвращать возможность отмирания правобережного протока ниже точки водозабора, поддерживая его периодической очисткой и производя сброс пульпы работающими земснарядами в реку только в период высоких паводковых расходов.

Список использованной литературы

1. Лапшенков В.С. Некоторые особенности русловых процессов р.Амударьи. В кн.: Сборник докладов Всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам. - Ташкент: 1974, с.353...360.
2. Мухамедов А.М., Уркинбаев Р., Хамдамов Ш.Р. К расчету интенсивности переформирования русла реки при непосредственном сбросе гидросмеси. - Докл. ВАСХНИЛ, 1985, № 4, с.34...36.

Натурные и модельные данные гидравлических элементов потока на реках
Тупаланг и Сурхандарья

$Q, \frac{M^3}{C}$	H_{max}, M	h, M	$\frac{H_{max}}{\eta}$	$\frac{U_i}{M/C}$	$\frac{U_\delta}{M/C}$	$\frac{U_i}{U_\delta}$	$U_\delta^2 \left[U_\delta - U_i \right] P = \frac{U_\delta - U_i}{U_\delta}$	U_i^2	gh	gH_{max}	$F_{r1} = \frac{U_\delta^2}{gh}$	$F_{r2} = \frac{U_i^2}{gH_{max}}$	α
р. Тупаланг (бытовые условия)													
126	1,01	0,70	1,44	1,44	2,07				6,86		0,30		
158	0,8	0,77	1,04	0,65	0,42				7,55		0,056		
174	1,72	1,29	1,34	1,05	1,1				12,64		0,087		
р. Тупаланг с защитными конструкциями													
172	0,72	0,60	1,20	0,8	1,22	0,66	1,49	0,42	0,34	0,64	5,89	7,06	0,25 0,091
172	1,14	0,9	1,27	0,85	1,29	0,66	1,66	0,63	0,49	0,72	8,82	11,17	0,19 0,064
153	1,10	0,95	1,16	0,62	1,12	0,55	1,25	0,63	0,57	0,38	9,31	10,78	0,13 0,035
153	1,15	1,0	1,15	0,92	1,15	0,8	1,32	0,23	0,2	0,85	9,8	11,27	0,13 0,075
128	0,9	0,70	1,28	0,75	1,43	0,73	2,05	0,68	0,47	0,56	6,86	8,82	0,3 0,063
92	1,68	0,54	1,07	0,55	1,02	0,54	1,04	0,47	0,46	0,30	5,29	6,66	0,17 0,045
187	1,06	0,8	1,32	0,81	1,45	0,70	2,10	0,64	0,44	0,66	7,84	10,39	0,27 0,063
р. Сурхандарья с новыми конструкциями													
228	1,13	1,0	1,13	0,99	1,40	0,72	1,96	0,41	0,29	0,98	9,8	11,07	0,2 0,088
270	1,02	0,88	1,16	1,25	1,54	0,81	2,37	0,29	0,19	1,56	8,62	10,0	0,27 0,156
150	0,65	0,65	1,0	0,55	1,15	0,48	1,32	0,6	0,52	0,30	6,37	6,37	0,20 0,047

