

Недостатком методики остается неучет русловой составляющей. Вероятно, ее нельзя рассчитывать с помощью одного коэффициента, как это мы попытались сделать в варианте I, так как в разные гидрологические сезоны происходит не только размыв русла, но и отложение в нем материала, снесенного со склонов. Видимо, для оценки руслового размыва следует воспользоваться какой-то дополнительной информацией, «внешней» по отношению к описанной модели. К сожалению, в качестве таковой не удастся применить оценку размывающей способности потока [3], так как последняя сильно меняется во времени и по территории даже небольшого бассейна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровикова Л. Н. и др. Математическое моделирование процесса стока горных рек/Боровикова Л. Н., Денисов Ю. М., Трофимова Е. Б., Шенцис И. Д. — М.: Гидрометеоздат, 1972. — 150 с. (Труды САНИГМИ. вып. 61 (76)).
2. Боровикова Л. Н., Коновалов В. Г. Модель формирования стока в бассейне со значительным оледенением. — МГИ, 1980, вып. 39, с. 49—55.
3. Караушев А. В. Теория и методы расчета речных наносов. — Л.: Гидрометеоздат, 1977. — 270 с.
4. Кучмент Л. С. Математическое моделирование речного стока. — Л.: Гидрометеоздат, 1972. — 191 с.
5. Щеглова О. П. Мутность воды и фазы водного режима горных рек. — Изв. АН СССР. Сер. географ., 1963, № 1, с. 91—95.
6. Щеглова О. П. Формирование стока взвешенных наносов и смыв с горной части Средней Азии. — М.: Гидрометеоздат, 1972. — 226 с. (Труды САНИГМИ. Вып. 60 (75)).

*В. Р. КОМАРОВА*

### **О ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОЩАДИ ВОДНОГО СЕЧЕНИЯ НА РЕКАХ С ДЕФОРМИРУЕМЫМИ РУСЛАМИ (НА ПРИМЕРЕ р. АМУДАРЬЯ)**

В условиях острого дефицита водных ресурсов вопросы точности учета стока приобретают большое значение. Особенно актуальны они в бассейне р. Амударья, где учет стока чрезвычайно осложняется неустановившимся режимом и сильно деформирующимся руслом. Отрицательное влияние этих факторов на качество учета стока воды известно уже давно, однако изучено оно недостаточно. Исследованиями ГГИ в 1970—1972 гг. накоплен большой методический опыт и разработан новый подход к оценке точности измерения, при котором необходимо учитывать особенности каждого створа — характеристики его пропускной способности и конкретные условия производства работ.

За прошедшие 10 лет произошли большие изменения в гидрографии нижнего течения реки: построено два крупных водохра-

нилища (Тюямуюнское и Тахнаташское) и несколько каналов. Створ Тюямуюн перенесен на 8 км вниз по течению, пост Чатлы закрыт, а в 1975 г. открыт новый — Кипчак. Таким образом, изменились условия измерения и в связи с этим появилась необходимость оценки их точности на вновь открытых постах.

Производство гидрометрических работ на р. Амударья связано с рядом трудностей. Река обладает большими скоростями течения, значительной боковой эрозией, широкой поймой. Наличие в русле легкоподвижных песчаных образований вызывает сильную деформацию, плановое его смещение и, как следствие, косоструйность и многорукавность течения. Возникает необходимость неоднократных переносов гидростворов. Все эти причины отражаются на точности измерения расходов воды. Исследования, проведенные экспедицией ГГИ, САНИИ и УзУГКС в створах нижнего течения позволили выявить источники погрешностей и дать им оценку.

Для выбора рациональных методов учета стока требуется изучение особенностей реки в целом, а также выяснение морфометрических и гидравлических характеристик на участках гидростворов. С этой целью в июне — августе 1983 г. были проведены русловые съемки на участках створов Кипчак и Ниетбайтас и организованы дополнительные уровенные наблюдения на участке гидроствора Кипчак (2 км).

Уклон водной поверхности является одной из важнейших гидравлических характеристик, определяющих пропускную способность русла. Шесть дополнительных реек, установленных по длине реки, позволяют рассматривать участки различной длины. Уклоны сильно варьируют как по длине, так и во времени. Между отдельными рейками они изменяются довольно плавно, что указывает на изменение условий протекания, особенно морфометрических. Расстояние между рейками при определении уклонов должно быть не менее 1 км, но даже и в этом случае уклоны внутри этого участка могут иметь различное значение. Как известно, основным требованием при определении верхней и нижней точек измерения должен быть морфологически однородный участок, при совпадающих фазах русловых форм. На р. Амударья это условие не может быть выполнено из-за постоянно меняющихся русловых форм. Материалы экспедиции 1983 г. подтвердили вывод ГГИ [2] о том, что увеличение расстояния между уклонными постами не гарантирует повышение точности определения уклонов из-за сильных деформационных искажений уровней.

Измерение расходов воды на р. Амударья нередко производят на разных створах, иногда значительно удаленных от водпоста, уровни же при этом измеряются только на основном водпосту. Уровни на гидростворе часто не идентичны уровню водпоста, особенно в случае, если участки постов находятся в разных фазах морфологических деформаций. Поэтому отнесение расходов воды, измеренных на створах, значительно удаленных

от водпоста, к его уровню вносит погрешности, изменяющиеся во времени.

При определении уклонов на небольших расстояниях большое влияние оказывает точность отсчета уровня по рейке, так как изменение уровней соизмеримо с точностью отсчета. В этом случае, казалось бы, наблюдения теряют гидравлическую определенность. Однако устойчивые отрицательные уклоны в отдельные периоды на некоторых участках нельзя рассматривать только как систематические погрешности в отсчете уровней.

Для анализа уклонов привлекались материалы русловых съемок (рис. 1). По имеющейся информации, несмотря на недостаточность точек измерения уровней воды на рейках III, V, VI, VII, IX, можно проследить синхронность хода уклонов водной поверхности и рельефа дна. Особенно четко это прослеживается в съемке 24 июня 1983 г., когда река текла одним руслом. Несколько нарушается такая зависимость между VIII и X поперечинами при съемках 14 июля и 11 августа 1983 г. из-за образования протоки, находящейся в начале участка гидроствора. Таким образом, можно сделать вывод о том, что уклоны водной поверхности, а следовательно и уровни, зависят от мезоформ даже на небольших участках (порядка 200 м). Чем дальше расположен гидроствор от водпоста, тем более отличны гидравлические условия протекания потока и тем неопределеннее становится метод отнесения расхода, измеренного в гидростворе, к уровню водпоста.

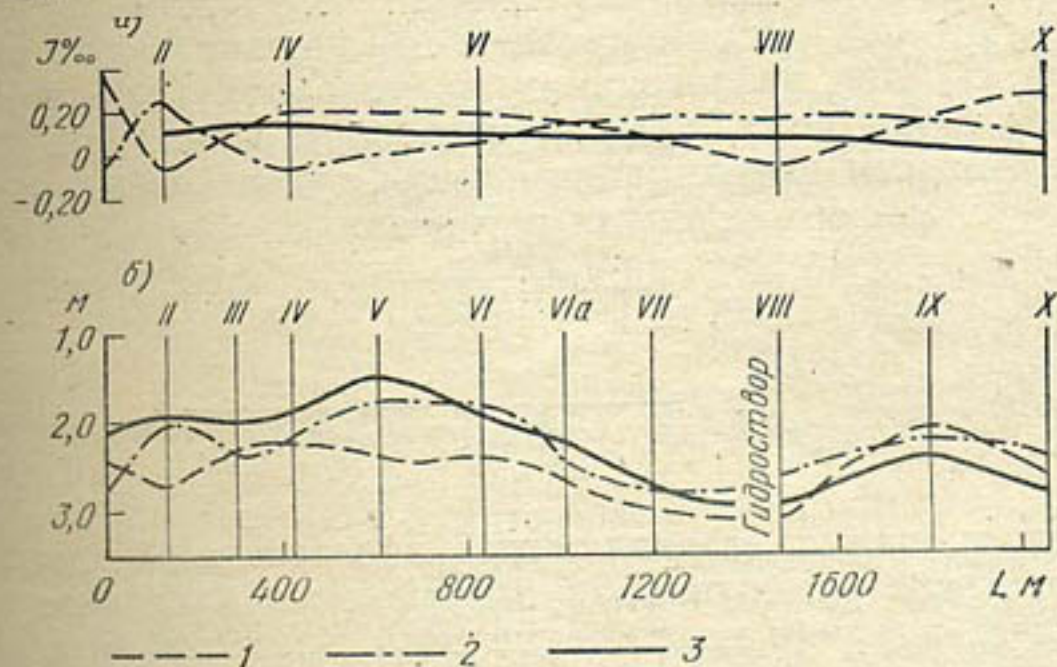


Рис. 1. Уклоны водной поверхности (а) и продольный профиль (б) Амударьи у п. Кипчак за различные даты съемок:

1 — 24 VI 1983,  $H=610$ ; 2 — 14 VII 1983,  $H=631$ ; 3 — 11 VIII 1983,  $H=648$  см

Для качественной и количественной оценки мезоформ дна можно использовать русловые съемки при различной водности реки, в результате которых получены характеристики русла (площадь, объем деформации и площадь зеркала на участках попе-

речников) на даты съемок и между ними. Несмотря на ограниченный объем информации можно отметить ряд интересных фактов. На обоих створах наблюдается значительное изменение отметок дна на всем участке независимо от водности. Участки подверженные сильной деформации со значительными объемами намывов и размывов, чередуются с участками, на которых отмечаются деформации небольшие по величине или с постоянным знаком. Следовательно, на р. Амударья в условиях сильной деформации русла существуют небольшие участки, на которых деформации невелики и где возможно гидрометрическое измерение стока с наибольшей точностью.

Грядовое строение дна и прохождение гряд через створ измерения отражается на качестве измерения как скоростей течения, так и площадей водного сечения. Ниже рассматриваются только вопросы точности определения площади водного сечения.

Глубина русла в створах р. Амударья измеряется обычно наметкой, а при глубинах более 5 м — грузом. Координирование местоположения промерного судна проводится методом засечек. Погрешность определения площади водного сечения складывается из ряда составляющих: инструментальной ( $\overline{\sigma}_n$ ), координирования ( $\overline{\sigma}_k$ ), деформации ( $\overline{\sigma}_d$ ), морфометрической ( $\overline{\sigma}_m$ ) и дискретности ( $\overline{\sigma}_d$ ). Все эти погрешности могут возникать в самом различном сочетании.

Суммарная погрешность оценивалась нами в двух вариантах: 1) при благоприятных условиях (1), т. е. для таких случаев, когда отсутствуют деформации русла и отклонения судна от линии гидроствора; 2) при неблагоприятных условиях (2), когда судно не проходит точно по линии гидроствора и возникают дополнительно погрешности координации и морфометрические, кроме того, учитывается деформационная погрешность.

$$\overline{\sigma}_{w_s} = \sqrt{\overline{\sigma}_n^2 + \overline{\sigma}_d^2}, \quad (1)$$

$$\overline{\sigma}_{w_s} = \sqrt{\overline{\sigma}_n^2 + \overline{\sigma}_k^2 + \overline{\sigma}_m^2 + \overline{\sigma}_k^2 + \overline{\sigma}_d^2}. \quad (2)$$

Одной из основных составляющих погрешности площади отсека является инструментальная погрешность измерения глубин. До настоящего времени нахождение этой величины было затруднительно вследствие дополнительного наложения погрешностей, связанных с отклонением судна от линии гидроствора. Только после строительства понтонного моста в районе гидроствора Кипчак появилась возможность исследовать этот вопрос. При работе на этом створе точки измерения строго фиксированы, тем самым исключаются морфометрические погрешности. Для нахождения инструментальной погрешности в каждой фиксированной точке три наблюдателя делали по 3—4 промера каждый (всего 10 раз). Промеры делались наметкой, затем грузом и эхоло-

том; при глубинах более 5 м, где наметка не доставала дна, промеры проводились только эхолотом и грузом. Измерения проведены на 29 вертикалях при ширине 260 м.

Полевые натурные измерения показали практически одинаковые глубины, измеряемые грузом, наметкой и эхолотом. Погрешность измерения глубин на жестко фиксированном не дрейфующем судне любым средством составляет  $\bar{\sigma}_H = 3,6\%$ .

Для площади водного сечения инструментальная погрешность определяется из соотношения  $\bar{\sigma}_{HF} = \frac{\bar{\sigma}_H}{\sqrt{n}}$ , где  $n$  — количество вертикалей. Для створов Кипчак и Тюямуюн она составляет 0,7%.

Решающее влияние на точность определения площади водного сечения оказывает погрешность дискретизации, которая зависит от количества промерных вертикалей и характера рельефа дна. При параболическом русле и недостаточном количестве вертикалей площадь водного сечения занижается, так как в этом случае при вычислении площадей участки водного сечения схематизируются в виде трапеции. При сложном рельефе поперечного профиля уменьшение числа вертикалей дает погрешности переменного знака.

Точность расчета водного сечения для створов Амударьи оценивается эмпирически. Погрешность дискретизации вычислена как разность площади, полученной при сокращенном и увеличенном числе промерных вертикалей (80—100). Методические работы с увеличенным количеством промерных и скоростных вертикалей были проведены в течение нескольких лет в створах Тюямуюн и Кипчак при разных фазах режима. При 35 вертикалей и менее в створе Кипчак происходит преимущественное занижение площадей, увеличивающееся по мере сокращения числа вертикалей. То же самое можно констатировать и для створа Тюямуюн в меженьный период; в паводок погрешности на данном гидростворе имеют разный знак. Указанные методические исследования позволили оценить погрешности дискретизации площади водного сечения  $\bar{\sigma}_{dF}$  для различных условий измерения (табл. 1).

Оценивая погрешности расчета площади одного отсека между скоростными вертикалями (табл. 1), необходимо учитывать морфологическую структуру поперечного сечения, которая, по данным Н. К. Сибиряковой [4], представлена зависимостью  $\bar{\sigma}_d = \bar{\sigma}_{dF} \sqrt{N_\Phi - 1}$ , где  $\bar{\sigma}_{dF}$  — погрешность всей площади поперечного сечения,  $N_\Phi$  — количество морфологических образований. Для р. Амударья, подверженной сильной деформации, поперечное сечение меняется от расхода к расходу, а число морфологических образований не остается постоянным. В Тюямуюне в основном русле их количество равно 12—20 (в среднем 16), в Кипчаке от 7 до 16 (в среднем — 12).

Более подробно рассмотрим вопрос о том, какие погрешности могут возникать при отклонении судна от линии гидроствора.

Известно, что промерные галсы на постах р. Амударья не всегда совпадают с линией гидроствора. Величина отклонения зависит от ряда причин. Теоретическое отклонение, когда наблюдатель видит визирные знаки в одном створе, составляет для поста Тюямуюн 1,5 м, а для Кипчака — 1 м. Теоретическое отклонение увеличивается, если створные знаки установлены на одном берегу и разность между ними небольшая [1]. По данным методических исследований в межень среднее квадратическое отклонение судна от линии створа в Тюямуюне составляет 1,3 м, максимальное — 1,6 м, в Кипчаке соответственно 0,9 и 1,15 м.

Таблица 1

Погрешность дискретизации

Фаза режима	Количество вертикалей	Погрешность, %	
		площади водного сечения $\sigma_{\Delta} F$	площади одного отсека $\sigma_{\Delta}$
Межень	25—35	2,0	7,7
		4,0	15,5
Паводок	35—50	1,8	7,0
		2,4	9,3
Межень	20—30	2,2	7,3
		6,0	19,8
Паводок	30—40	2,0	6,6
		6,0	19,8

Примечание. Здесь и в табл. 4 в числителе — благоприятные, в знаменателе — неблагоприятные условия измерения.

Экспедиционные работы 1983—1984 гг. показали, что отклонение судна от линии створа зависит от его типа. При измерениях расходов воды выше 600 м<sup>3</sup>/с с катера «Прогресс», он практически не стоит на якоре, а все время сносится вниз. Кроме того, судно рыскает на вертикали в пределах 3—5 м. Все это становится причиной больших морфологических погрешностей и как следствие, пониженной точности расходов воды. При измерении с понтона отклонения уменьшаются, но и при этом немаловажную роль играет опыт рулевого катера. Так, если в Тюямуюне в паводок максимальное отклонение может достигать 10 м при среднем 3 м, то в Кипчаке благодаря опыту рулевого среднее отклонение остается 0,9 м, а максимальное 1,5 м.

Как было указано выше, дно р. Амударья имеет барханно-грядовое строение и при несовпадении промерного галса с линией гидроствора возникают морфометрические погрешности. Для получения количественной характеристики влияния микроформ на измерение при отклонении судна используются автокорреляционные функции отметок (АКФ) дна вдоль оси потока. Для этой цели были проведены специальные промеры русла вдоль

оси потока выше и ниже гидроствора на трех вертикалях у правого, левого берега и на стрежне потока. Длина промеров 40—50 м, глубины промерялись через 30 см. Очертание русла на участке гидроствора имеет, как правило, сложную форму с большими перепадами глубин. На расстоянии 30 см разница в глубинах может составлять 50 см, причем гряды не занимают всю ширину русла. Из всех рассматриваемых продольных профилей, сделанных в межень и паводок, совпал в плане русла только один в створе Тюямуюн. В межень этот продольный профиль находился у правого берега, при повышении уровня он оказался в середине потока, где образовалась отмель. Намыв за 2 мес составил 3,15 м, однако все микроформы на данном продольном профиле сохранили свои очертания, различны лишь радиусы корреляции.

Морфометрическая погрешность  $\bar{\sigma}_m$  в отсеках между вертикалями при промерах глубин определялась нами на основе автокорреляционной функции отметок дна вдоль оси потока, предложенной ГГИ [3]:

$$\bar{\sigma}_m = 1,4 \bar{\sigma}_z [R(0) - R(\xi_0)]^{1/2},$$

где  $\bar{\sigma}_z$  — среднее квадратическое отклонение отметок дна от его средней (по продольнику) отметки;  $\xi_0$  — уклонение судна от створа;  $R$  — автокорреляционная функция отметок дна вдоль нормали к створу.

На материалах указанных методических работ рассчитывались морфометрические погрешности для разных фаз режима (табл. 2); значения  $\bar{\sigma}_z$  и  $R(\xi_0)$  принимались средние по сечению.

Один из путей нахождения морфометрических погрешностей площади водного сечения — наложение двух профилей, измеренных эхолотом. В этом случае погрешность дискретизации измерения будет ничтожной, так как на эхолограмме учтены все изменения отметок дна. Несмотря на то что на отдельных группах вертикалей глубины различаются на 0,5—1 м, максимальная разница площадей составляет 6,3%. В табл. 3 приведены площади двух профилей, вычисленных при разном количестве промерных вертикалей. При расчетах с уменьшенным количеством вертикалей их сокращение производилось одинаково для каждого профиля. Погрешность в определении площади живого сечения, при сокращении числа промерных вертикалей до 25—30 составила в среднем  $\bar{\sigma}_{mF} = 2,6\%$ .

Помимо морфометрических погрешностей при отклонении судна от линии створа возникают погрешности координирования,

Таблица 2

Морфометрические погрешности для различных фаз режима реки

Пост	Фаза режима	Погрешность, %
Тюямуюн	Межень	16,0
	Паводок	6,8
Кипчак	Межень	1,0
	Паводок	4,7

Морфометрические погрешности площади водного сечения при различном количестве вертикалей,  
Р. Амударья — Туюмун, 1983 г.

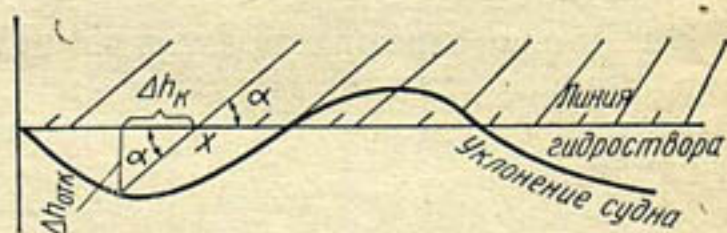
Дата измерения	Количество промерных вертикалей											
	80—100				31—40				25—30			
	$F_1$	$F_2$	$\Delta F \text{ м}^2$	$\Delta F \%$	$F_1$	$F_2$	$\Delta F \text{ м}^2$	$\Delta F \%$	$F_1$	$F_2$	$\Delta F \text{ м}^2$	$\Delta F \%$
12 VII	1040	1024	16	1,5	1056	1020	36	3,4	1030	1025	15	1,5
15 VII	1056	1069	-13	-1,2	1056	1071	-15	-1,4	1053	1075	-22	-2,1
19 VII	1076	1078	-2	-0,2	1074	1077	-3	-0,3	1078	1087	-9	-0,8
21 VII	1103	1086	17	1,5	1102	1085	17	1,5	1096	1086	10	0,9
25 VII	1054	1069	-15	-1,4	1050	1069	-19	-1,8	1047	1065	-18	-1,7
1 VIII	1140	1143	-3	-0,3	1134	1144	-10	-0,9	1141	1146	-5	-0,4
3 VIII	1119	1190	-71	-6,3	1120	1185	-65	-5,8	1117	1185	-68	-6,1
4 VIII	994	1040	-46	-4,5	995	1038	-43	-4,3	998	1041	-43	-4,3
8 VIII	1205	1196	9	0,7	1197	1198	-1	-0	1194	1194	0	0
10 VIII	1115	1138	-23	-2,1	1110	1132	-22	-2,0	1122	1144	22	2,0
12 VIII	1177	1166	11	0,9	1178	1174	4	0,3	1178	1175	3	0,3
15 VIII	1147	1138	9	0,8	1140	1138	2	0,2	1141	1144	3	0,3



связанные с определением расстояний между вертикалями. Эти погрешности не всегда могут компенсироваться, так как отклонение на каждой вертикали различно. Рассмотрим схему возникновения этих погрешностей (рис. 2).

Представим, что судно отклонилось от гидроствора на величину  $\Delta h_{отк}$  и находится в точке  $x_1$ . На планшете данную вертикаль регистрируют на линии гидроствора в точке  $x$ ,  $\Delta h_k$  — есть погрешность координирования в точке.

Рис. 2. Схема определения погрешности координирования



Расчет средних значений погрешности  $\sigma_k$  производился по книжкам измеренных расходов воды для различных фаз режима. Погрешность координирования при определении расстояний между вертикалями в створе Кипчак составила 5,4%, в Тюямуюне в межень 5,6%, а в паводок возросла до 11,7%. Для площади водного сечения  $\sigma_{кF}$  составляет в Кипчаке 1%, в Тюямуюне — в межень 1,1%, в паводок 2,2%.

По мере удаления судна от мензульной стоянки угол засечки  $\alpha$  уменьшается и соответственно возрастают погрешности координирования. Особенно велики эти погрешности у берега, противоположного мензульной стоянке. Если в этой части русла наблюдаются наибольшие глубины и скорости, а следовательно, и большие уклонения судна от створа, то погрешности в определении расстояний между вертикалями становятся значительными. Так, на посту Тюямуюн при ширине русла 518 м,  $\Delta h_k = 17,2$  м. Отсюда следует вывод, что мензульная стоянка должна располагаться на берегу, вблизи которого проходит стрежень потока. Этому требованию удовлетворяют оба рассматриваемых створа — Тюямуюн и Кипчак.

Деформационная погрешность является одной из наименее исследованных, ее возникновение обуславливается изменением профиля сечения за время измерения. Экспедиционные работы за 1983 г. в створе Кипчак позволили оценить эту погрешность. Измерения расходов воды в районе понтонного моста практически освобождены от морфометрических погрешностей, а также погрешностей, связанных с координацией места измерения глубин, так как разбивка вертикалей проводилась на понтонном мосту, к которому жестко крепилось измерительное судно. Промеры глубин до измерения и по окончании сделаны эхолотом, а в процессе измерения расхода — грузом на большом количестве вертикалей. Уровень при измерении расхода воды был стабильным. В этот период происходило интенсивное переформирование русла. Ниже понтонного моста прорвало перемычку,

соединявшую насыпь с островом, и часть стока стала проходить по протоке. Русловые процессы в этот период обусловили резкое смещение кривой расходов. Таким образом, можно считать, что нами измерена максимально возможная деформационная погрешность. До измерения площадь водного сечения составляла 772 м<sup>2</sup>, во время измерения уменьшилась до 707 м<sup>2</sup>, а по окончании до 681 м<sup>2</sup>, т. е. изменение площади водного сечения составило 4,8%, а погрешность для одного отсека между вертикалями  $\sigma_d = 7,1\%$ .

На обоих створах возможно некоторое завышение глубин из-за учета отбоя каната. По данным экспедиционных исследований угол отбоя невелик (до 5°), что позволяет не вводить поправки на глубины.

Таблица 4

Суммарная погрешность определения площади живого сечения реки

Створ	Фаза режима	Погрешность, %	
		водного сечения	одного отсека
Тюямуюн	Межень	$\frac{2,1}{6,9}$	$\frac{8,5}{28,8}$
	Паводок	$\frac{1,9}{6,4}$	$\frac{7,9}{24,0}$
Кипчак	Межень	$\frac{2,3}{8,2}$	$\frac{8,4}{27,0}$
	Паводок	$\frac{2,1}{8,2}$	$\frac{7,8}{27,4}$

### Выводы

Таким образом, исследованы все погрешности, входящие в формулы (1) и (2), и можно вычислить погрешности при разных условиях измерения (табл. 4).

1. Грядовое строение дна на участках гидростворов и постоянное смещение донных гряд обуславливают различное по величине искажение уровней для конкретных створов. Это является основной причиной нарушения связи  $Q=f(H)$ . При однорукавном русле прослеживается синхронность хода уклонов водной поверхности и рельефа дна. Отнесение расходов воды, измеренных на разных гидростворах, к уровню водпоста вносит дополнительные погрешности, изменяющиеся во времени. Для исключения этих погрешностей следует совмещать водпост с гидроствором, а в противном случае регистрировать уровни на гидростворе и вод-

посту. Для выбора гидроствора необходимо проводить три русловые съемки в течение вегетационного периода, по результатам которых определять участки с наименьшими деформациями.

2. При измерении расходов воды уровни необходимо регистрировать до начального промера, перед началом и по окончании измерения скоростей и по завершению второго промера. Расход следует относить к уровню измерения скоростей. Каждый промер необходимо приводить к этому уровню.

3. На р. Амударья точность измерения в значительной степени зависит от оборудования, на котором производят измерение расходов воды. Для этих целей удобно использовать понтон от земснарядов или 9—11-метровый гидрометрический паром.

4. Для промеров глубин следует использовать эхолоты типа ЭИР (лучше с излучателями, вваренными в днище понтона), которые снижают погрешности в определении площади живого сечения и облегчают физический труд.

5. При измерении расстояний на р. Амударья методом засечек мензультную стоянку следует располагать на берегу, вблизи которого проходит стрежень потока.

6. Для обеспечения 2%-ной точности измерения площади водного сечения необходимо не менее 40—50 промерных вертикалей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров В. В. Точность и пути усовершенствования измерения расходов воды на реках с неустойчивым руслом. — Труды ГГИ, 1976, вып. 234, с. 106—118.
2. Зубков Н. С. Некоторые особенности гидравлического режима р. Амударья. — Труды ГГИ, 1976, вып. 234, с. 180—201.
3. Карасев И. Ф. Речная гидрометрия и учет водных ресурсов. — Л.: Гидрометеониздат, 1980. — 310 с.
4. Сибирякова Н. К. О методах оценки точности измеренных расходов воды. — Труды ГГИ, 1973, вып. 202, с. 74—82.

*Г. Е. ГЛАЗЫРИН, В. Р. КОМАРОВА,  
В. А. КУДЫШКИН, О. ЮСУПОВ*

#### АНАЛИЗ СЕРИИ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДОВ ВОДЫ В РЕКЕ С КРАЙНЕ НЕУСТОЙЧИВЫМ РУСЛОМ

В Средней Азии встречается широкий набор различных условий, при которых происходит речной сток. Для рек равнинной территории весьма типичными являются сильно деформирующиеся и, как правило, меандрирующие русла, заложенные обычно в мощных лессовых или суглинистых толщах. Такие реки несут большое количество взвешенных наносов, которые под влиянием колебаний водности и местных гидравлических условий легко отлагаются или вновь переходят во взвешенное состояние. Все это сильно ослож-