

УДК 551.510.42

Доктор геогр. наук В.Е. Чуб *
А.А. Щетинников *
Т.Ю. Смирнова *

СПОСОБ РАСЧЕТА МУТНОСТИ ВОДЫ В КАНАЛАХ, ПИТАЮЩИХСЯ ИЗ РЕКИ АМУДАРЬИ

*ВОДОЗАБОР, РАСХОД ВОДЫ, ЗАВИСИМОСТЬ, КОЭФФИЦИЕНТ
КОРРЕЛЯЦИИ, СООТНОШЕНИЕ, ПОЛОВОДЬЕ, МЕЖЕНЬ, ГИД-
РОСТВОР*

В статье приводится метод расчета мутности воды в каналах, где её не измеряют. При этом используются данные измеренной мутности в другом канале, питающемся из этой же реки.

Знание мутности воды в каналах, берущих воду из р. Амударьи, необходимо для расчетов выноса взвешенных наносов на орошаемые земли с поливной водой. В водохозяйственной и гидрологической литературе преобладает мнение о том, что мутность воды в каналах такая же, как в реках, из которых они питаются. Большинство крупных каналов в бассейне Амударьи текут в земляных руслах [2, 3]. В них наблюдаются чередования быстотоков, где идут процессы размыва, и участки с малыми скоростями течения, на которых отмечается заиливание каналов [1, 5]. В Средней Азии наблюдения за стоком взвешенных наносов велись только на Каракумском канале. Каракумский канал – уникальное гидротехническое сооружение. До его постройки, гидротехническая практика не имела опыта переброски больших объемов воды на сотни километров через одну из крупнейших пустынь мира Каракумы. Строительство канала было начато в 1954 г., и уже в 1959 г. амударьинская вода пришла в Мургабский оазис, а к 1975 г. были сданы уже три очереди канала, длина его достигла 837 км. К настоящему времени построены еще две очереди канала, длина его превышает 1000 км, а водозабор в летние месяцы – свыше 500 м³/с.

Авторами сделана попытка выявить зависимость среднедекадной мутности воды в канале от водозаборов воды в него в надежде обнаружить усиление процесса размыва земляного русла канала при увеличении водо-

* Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,
Ташкент, Республика Узбекистан

подачи в него. Выявилась лишь слабая тенденция такого явления. Логично предположить наличие зависимости мутности воды в канале от расходов воды в реке, из которой он наполняется.

Так как лишь на одном Каракумском канале велись наблюдения за стоком взвешенных наносов, мы и попытались по этим данным выявить какие-либо закономерности, которые можно было бы использовать для расчетов мутности воды в других каналах при известной мутности воды в реке, из которой они питаются. Так, в период 1959...1967 гг. Туркменским институтом гидротехники и мелиорации (ТуркменНИИГиМ) измерялись расходы воды и взвешенных наносов в нижнем бьефе головного сооружения Каракумского канала [1]. При поступлении воды из Амударьи в канал значительная часть наносов крупных фракций оседает вблизи головного сооружения, поскольку скорость течения воды в канале существенно ниже, чем в реке [4].

В 1959...1962 гг. велись наблюдения за стоком воды и взвешенных наносов в голове Каракумского канала и на р. Амударье у гидропоста «водозабор Каракумского канала» узбекской гидрометеослужбы. По этим данным по следующей формуле рассчитана мутность воды р. Амударьи и Каракумского канала:

$$\rho = \frac{R}{Q},$$

где R – расход взвешенных наносов, кг/с, Q – расход воды, м³/с, ρ – мутность воды, кг/м³.

Затем сделана попытка построить зависимость мутности воды в Каракумском канале от мутности воды в реке Амударье: у головы этого канала. Зависимость оказалась более тесной, чем для других гидропостов: коэффициент корреляции равен 0,89 (рис. 1); согласно полученному уравнению связи мутность воды в канале должна быть существенно меньше мутности воды в р. Амударье.

Зависимость на рис. 1 вполне может использоваться для расчетов мутности воды в Каракумском канале, так как из 3-х лет наблюдений – 1959 г. – многоводный (106 % от нормы), 1960 г. – близкий к среднему (93 % от нормы) и 1962 г. – маловодный (81 % от нормы). Поэтому данные о стоке воды и взвешенных наносах за 3 года репрезентативны. Связь мутности воды в Каракумском канале с мутностью воды в р. Амударье в этом створе оказалась более тесной (коэффициент корреляции равен 0,89), чем аналогичная зависимость для гидропоста у г. Керки, где коэффициент корреляции для периода половодья – 0,66.

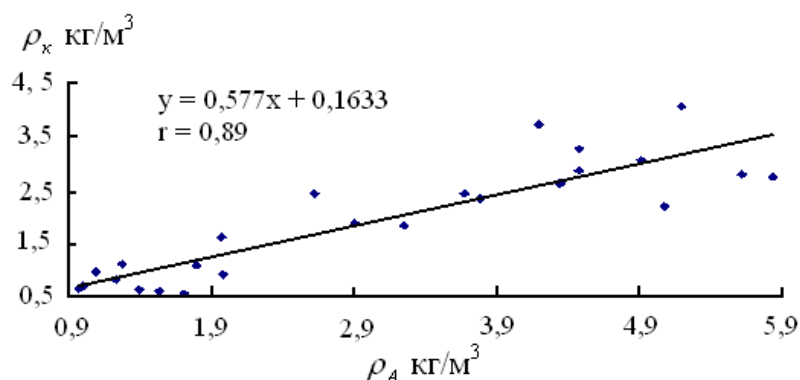


Рис. 1. Зависимость мутности воды (кг/м³) в Каракумском канале от мутности в р. Амударье у гидропоста «водозабор Каракумского канала».

Затем подсчитаны соотношения мутности воды в канале и в реке: средняя величина из 26 значений равна 0,66. При расчете выноса взвешенных наносов на поля с водой Каракумского канала, на эту величину должна быть умножена средняя мутность р. Амударьи у гидропоста «водозабор Каракумского канала», равная 3,12 кг/м³, т.е. расчетная мутность воды в канале равна 2,12 кг/м³.

В 1959...1967 гг. стационарной экспедицией ТуркменНИИГиМ измерялись расходы воды и взвешенных наносов Каракумского канала в голове [3]. По среднемесячным расходам воды и расходам взвешенных наносов за этот период нами рассчитаны значения мутности воды в Каракумском канале и в р. Амударье у гидропоста Керки. По ним построены хронологические графики мутности воды в этих водотоках за период половодья (апрель – сентябрь) и межени (октябрь – март) (рис. 2а, 2б). И в половодье, и в межень мутность воды в канале заметно ниже, чем в реке у гидропоста Керки. За неполные девять лет наблюдений мутность воды в канале всего дважды оказалась несколько выше, чем в реке Амударье: в феврале очень маловодного 1962 г. и в сентябре (1964 г.) близкого к среднему по водности году.

Для приближенных расчетов мутности воды в каналах получены соотношения мутности в голове Каракумского канала и в реке Амударье. По этим соотношениям рассчитана мутность в других каналах, питающихся из реки. Соотношение для створа у водозабора Каракумского канала в половодье 1959...1962 гг. в среднем равно 0,68.

При расчетах мутности воды в канале Аму-Занг в Сурхандарьинской области средняя мутность воды в Амударье в створе Верхнеамударьинский за период 1965...1972 гг. умножена на коэффициент 0,68 и она

оказалась равной $1,75 \text{ кг/м}^3$. Этот гидроствор находился на 1409-м км от устья. Река Амударья от слияния Вахша и Пянджа до устья имеет длину 1437 км [6], т.е. это был самый верхний створ в 28 км ниже от начала реки, где сток воды и сток наносов сравнительно мало искажены заборам воды в каналы и сбросами коллекторно-дренажных вод.

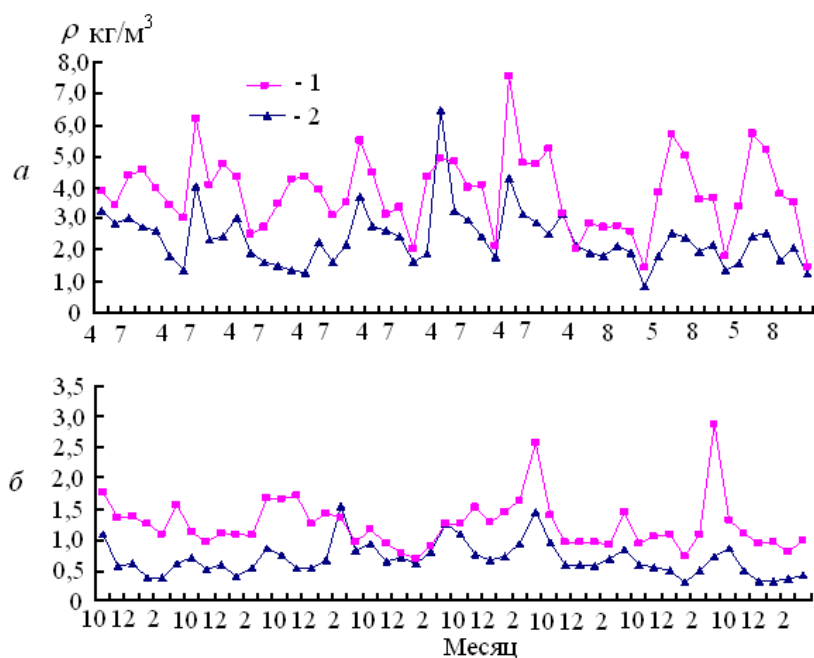


Рис. 2. Изменения мутности воды в реке Амударье у гидропоста Керки (1) и в голове Каракумского канала (2) за 1959...1967 гг. а – в период половодья; б – в период межени.

В 133 км от Верхнеамударьинского находится гидроствор у г. Термеза ниже впадения р. Сурхандарьи, но в этом пункте сток взвешенных наносов не изучался. Следующий пост, где изучался сток наносов, был створ «водозабор Каракумского канала», который работал всего 3 года – 1959, 1960, 1962. За ним ниже по течению располагается гидроствор г. Керки (ныне г. Атамурат) на 1045-м км от устья. Зависимость мутности воды в Каракумском канале от мутности воды в р. Амударье у г. Керки оказались не тесными: для периода половодья с коэффициентом корреляции, равным 0,64 (рис. 3а), а для периода межени – 0,53 (рис. 3б).

Расчетная мутность в голове Каракумского канала определялась двумя путями:

- 1) как среднее значение за половодье (по данным ТуркменНИИГиМ), равное $2,35 \text{ кг/м}^3$,

2) как среднее значение мутности р. Амударьи у г/п «водозабор Каракумского канала», равное $3,12 \text{ кг/м}^3$, умноженное на среднее значение соотношений мутности для половодья, равное $0,68$ – расчетная мутность $2,12 \text{ кг/м}^3$.

Обе рассчитанные величины довольно близки, что подтверждает приемлемость предложенного нами способа расчета мутности воды в каналах при отсутствии измерений этой характеристики.

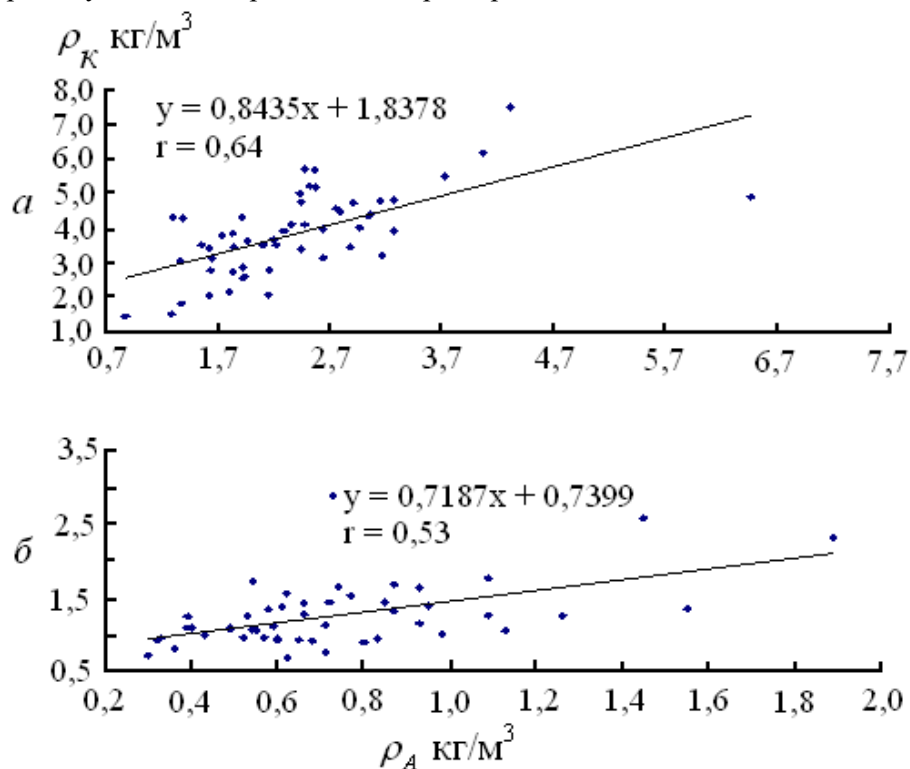


Рис.3. Зависимости мутности воды в Каракумском канале от мутности воды в реке Амударье у гидропоста Керки за 1959...1967 гг. а – период половодья; б – период межени.

Для определения исходной величины мутности воды в каналах Каршинский магистральный и, отходящего от него на северо-запад Кашкадарьинской области – Миришкор, взята средняя за половодье (1959...1967 гг.) мутность воды в р. Амударье у гидропоста Керки ($3,88 \text{ кг/м}^3$), умноженная на $0,63$. Получено значение $2,44 \text{ кг/м}^3$ (табл.).

Для Аму-Бухарского канала в качестве расчетной взята средняя мутность воды р. Амударьи у ближайшего к голове канала гидроствора у г. Ильчик за период 1963...1975 гг. за половодье, равная $3,56 \text{ кг/м}^3$ и умноженная на

среднее соотношение мутностей Каракумского канала и р. Амударьи у названного створа, равное 0,71; полученная мутность – 2,53 кг/м³.

Водозаборы крупнейшего канала Хорезмской области Ташсака и других располагаются ниже Туямуонского водохранилища. Для них при определении мутности воды взята средняя мутность р. Амударьи у теснины Туямуон за половодье: за период 1986...2011 гг. она оказалась равной 217,05 г/м³. Эта величина на порядок меньше, чем мутность воды выше водохранилища, так как основная часть наносов оседает в водохранилище, где скорости течения воды на порядок ниже, чем в реке, и транспортирующая способность потоков в водохранилище резко снижается.

Таблица

Расчетная мутность воды в каналах, кг/м³

Канал	Соотношение $\frac{\rho_k}{\rho_A}$	Мутность воды, кг/м ³	
		средняя в р. Амударье	расчетная
Аму-Занг	0,68	2,58 (г/п Верхнеамударьинский)	1,75
Каракумский	0,68	3,12 (на г/п «водозабор ККк»)	2,12
Каршинский	0,63	3,88 (г. Керки)	2,44
Аму-Бухарский	0,71	3,56 (г. Ильчик)	2,53
Ташсака	-	0,217 у Туямуона в половодье	0,217

Итак, при отсутствии измерений мутности воды в определенном канале, но при наличии её в другом, питающемся из той же реки, можно найти соотношение мутности в этом канале и в реке, в ближайшем к голове нужного канала гидростворе. Затем умножив мутность воды в этом гидростворе на полученное соотношение, найти ориентировочное значение мутности воды в нужном канале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гловацкий О.Я., Исакова Х.Х., Пак О.Ю. Экологические аспекты реконструкции систем машинного водоподъема. // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Центрально-Азиатская межд. научно-практическая конф. – Алматы. – 2003. – С. 471-476.
2. Ирригация Узбекистана. / Современное состояние и перспективы развития ирригации в бассейне р. Амударьи, Т.Ш. – Ташкент: Фан, – 1979. – 358 с.
3. Каракумский канал и изменение природной среды в зоне его влияния. – М.: Наука. – 1978. – 232 с.

4. Кирста Б.Т. Сток взвешенных наносов рек Туркмении. – Ашхабад: Ылым, 1970. – 120 с.
5. Шамов Г.И. Речные наносы. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 578 с.
6. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат. – 1965. – 692 с.

Поступила 8.07.2014

Геогр. ғылымд. докторы В.Е. Чуб
А.А. Щетинников
Т.Ю. Смирнова

АМУДАРИЯ ӨЗЕНІНЕН ҚОРЕКТЕНЕТІН АРНАЛАРДАҒЫ СУ ЛАЙЛЫЛЫҒЫН ЕСЕПТЕУ ТӘСІЛІ

Мақалада арналардағы су лайлылығын оны өлшемейтін жерлердегі есептеу әдісі келтірілген. Бірақ осы өзеннен қоректенетін басқа арнадағы өлшенген лайлылық мәліметтері қолданылады.