

- Рубанов И.В. Геологические и исторические свидетели колебаний уровня Арала. // Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М.: Наука. 1980. С. 204–209.
- Федоров П.В. О некоторых вопросах голоценовой истории Каспия и Арала. // Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М.: Наука. 1980. С. 19–22.
- Чиж Л.М., Каржаев Т.К. Диатомитсодержащая порода из современных солончаковых отложений Центальных Кызылкумов. Узб. геол. журн. 1977. № 1. С. 22–24.

УДК 551.79

Г.Н. ТРОФИМОВ

ПАЛЕОГИДРОЛОГИЯ УЗБОЯ

Палеоклиматические и палеогидрологические исследования и реконструкции являются основой прогнозирования климатических и экологических изменений на длительный срок. Они ведутся в связи с разработкой долгосрочных программ изменения окружающей среды, поисками полезных ископаемых, подземных вод и др.

Большой интерес представляет одно из древних русел пустынь Средней Азии — русло Узбоя. История Узбоя, восстановленная на основании исторических сведений, строения его долины и террас, состава отложений и т.п., наиболее полно отражена в работе А.С. Кесь (1939).

Река Узбой, протяженностью более 500 км, брала начало в южной оконечности обширного Арало-Сарыкамышского моря и, протекая среди песчаной пустыни у подножья каменистых плато и гор, впадала в Каспийское море.

Вопросы колебания уровня воды Аральского моря в раннем—среднем голоцене, размеров стока крупнейших древних среднеазиатских рек, водного баланса Арало-Сарыкамышского водоема неразрывно связаны с проблемой стока воды по руслу Узбоя. В этой сложной проблеме выделим три принципиальных момента: каков был расход воды, каковы были амплитуда варьирования стока и время функционирования Узбоя.

В работе А.С. Кесь (1939) было окончательно доказано, что Узбой представляет собой типичное речное русло. Об этом свидетельствуют достаточная протяженность русла, типично речной рисунок в плане с меандрами, масса стариц. Также характерно однообразное падение реки к западу с обычными для водотоков равнинных территорий уклонами 0,0003–0,0004, за исключением порожистых мест, и непосредственно верхнего участка русла, начинающегося в 7–8 км выше горы Кугунк. О причинах, обуславливающих наличие водопадов и порогов на этом участке, сказано ниже.

Работы И.И. Стебницкого (1886), А.И. Глуховского (1889) и др., детально проанализированные А.С. Кесь, однозначно доказывают, что Узбой вытекал из Арало-Сарыкамышского моря и впадал в Каспий. А. Гедройц (1882) писал, что Узбой не был непосредственным продолжением какого бы-то ни было амударьинского русла и нес прозрачную и, вероятно, несколько солоноватую воду. Утверждение о том, что вода была прозрачной, говорит об озерно-морском происхождении вод Узбоя, т.к. мутность воды среднеазиатских рек даже при относительно меньших расходах воды достаточно велика. К примеру, мутность воды Амударьи при современных расходах ее превышает 3 кг/м^3 , а мутность воды Сырдарьи меняется от 1 до 2 кг/м^3 (Шульц, 1965). Солоноватость воды также указывает на то, что Узбой вытекал из полусоленых лиманных вод Арало-Сарыкамышской котловины (Коншин, 1885), т.е. по Узбою стекала смесь аральских, сарыкамышских и амударьинских вод. Отметим, что в раннем—среднем голоцене при весьма мощном стоке рек Амударьи и Сырдарьи и относительно небольшом испарении с водоема, высокой солености воды не могло быть (Мамедов, Трофимов, 1983).

Интересные данные приведены А.С. Кесь при поучастковом геоморфологическом описании долины и русла Узбоя в верхнем его течении, от горы Кугунк до колодца Тоголек. Отмечено, что продольный профиль Узбоя имеет в верховьях крутой

уклон, наблюдаются водопады и пороги, ниже уклоны русла выполаживаются. Далее отмечено, что у горы Кугунек уклон и характер самого русла далеко не соответствуют морфологии долины. Наконец, русло здесь относительно прямолинейно, в то время как ниже образуются врезанные меандры.

Все сказанное говорит о том, что расход воды, протекающей по руслу Узбоя, определялся условиями излияния воды из Арало-Сарыкамышского водоема, т.е. разностью отметок горизонта воды и порога (дна русла). Здесь, в 7–8 км выше горы Кугунек, мы имеем случай многоступенчатого перепада (серии водопадов), представленного водосливами-порогами, видимо подтопленными со стороны нижнего бьефа за счет относительно малой высоты перепадов.

Так как р. Узбой не имела на всем протяжении притоков, то, как справедливо сказано А.С. Кесь, по Узбою проходило более или менее одинаковое количество воды на всем протяжении от верховьев до низовьев. В различные периоды времени (сезоны) это количество тоже варьировало относительно мало, т.к. река зарегулирована морем. Изменения расходов воды по сезонам года обусловлены изменениями расходов воды рек Амударьи и Сырдарьи, а также изменениями величин испарения с акватории моря в различные сезоны года. Кроме того, сток по Узбою зависел от колебаний уровня Арала, обусловленными сезонными колебаниями прихода-расходных статей водного баланса и суточными кратковременными колебаниями уровня воды (ветровые волны, сейши). Сезонные колебания уровня воды Арала оценены А.С. Кесь в 0,3–0,6 м, суточные – в 1,0–1,5 м.

Пожалуй, наиболее ранние, достаточно обоснованные расчеты стока воды по Узбою мы находим у А.С. Кесь. Учитывая важность последующих расчетов, условность использования исходных данных и неточность посылок, проанализируем подробнее качество имеющегося материала и ход расчетов. Прежде всего отмечено, что данные нивелировки русла Сазгипровода и А.И. Глуховского не сходятся, т.к. пройдены несколько разные трассы, и потому А.С. Кесь введена поправка величиной 2,4 м. Расчет расходов воды выполнен по данным двух поперечников в районах колодца Чарышли и горы Кугунек. Для поперечного сечения русла у горы Кугунек приняты: отметки дна русла – 78 м, горизонта воды – 78,5 м, т.е. глубина потока принята а priori около 0,5 м, что в принципе и определяет результат расчета. Для этих условий гидравлические элементы сечения русла составили: глубина потока (h) – 0,5 м, площадь поперечного сечения (ω) – 80 м², смоченный периметр (χ) – 300 м, гидравлический радиус (R) – 0,27 м. Расчет скорости течения и расхода воды ведется по формуле Шези–Базена (шероховатость русла $\gamma = 1,3$ и гидравлический уклон 0,0004). При этих данных расход воды оказался равным 19,2 м³/с.

На основании уравнения неразрывности этот расход переносится в створ колодца Чарышли (рис. 1, А), где площадь поперечного сечения русла равна 2850 м², и тогда средняя скорость течения в этом сечении оказывается равной 0,0007 м/с. Эта скорость на 3–4 порядка ниже средних скоростей течения равнинных рек Средней Азии.

Становится непонятным: каким образом при этих скоростях вырабатывалось русло Узбоя глубиной вреза до 6–8 м и шириной по верху 200–500 м? В связи с этим делается новое предположение о том, что горизонт воды в створе колодца Чарышли находился на отметке приблизительно 70 м. Тогда элементы сечения русла равны: $\omega = 720$ м², $\chi = 470$ м, $R = 1,53$ м, а расход воды равен 749 м³/с. Отметим, что гидравлический радиус, произвольно принятый равным 1,53 м, меньше глубины вреза (6–8 м) в 4–5 раз.

В дальнейшем расход воды в размере 749 м³/с переносится в створ горы Кугунек, и средняя скорость течения при горизонте воды, равном 79,5 м, оказывается равной 1,74 м/с и вполне достаточной, по мнению А.С. Кесь, для выработки русла в известняках, распространенных в данном районе.

При отсутствии каких-либо указаний о среднем положении уровня воды в створе наиболее надежно можно определить наибольший руслонаполняющий расход воды. При этих условиях гидравлические элементы сечения русла у колодца Чарышли оказа-

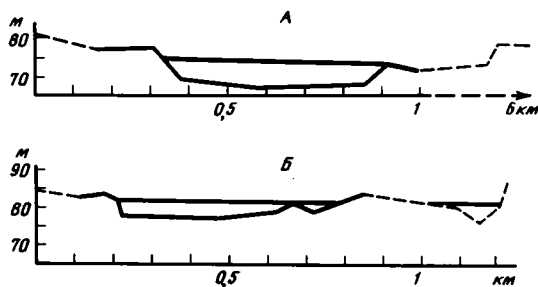


Рис. 1. Поперечные сечения русла Узбоя в створах
А – колодца Чарышли; Б – горы Кугунек (по А.С. Кесь)



Рис. 2. Профиль через Узбой в 7–8 км выше горы Кугунек (по А.С. Кесь)

лись равными: В (ширина потока по верху) – 555 м, $\omega = 2910 \text{ м}^2$, $\chi = 610 \text{ м}$, $R = 4,77 \text{ м}$, $C = 54,5 \text{ м}^{1/2} \text{ с}$, $i = 0,0004$, v (средняя скорость течения) – 2,38 м/с, расход воды – 6930 $\text{м}^3/\text{с}$. В створе у горы Кугунек река текла по трем рукавам, как это видно из поперечника, построенного А.С. Кесь (см. рис. 1, Б). Гидравлические элементы сечений по обоим поперечникам при максимальном уровне воды приведены в таблице.

Для получения осредненного за год расхода воды логично использовать связь между максимальными и среднегодовыми расходами воды рек Амударьи и Сырдарьи, т.к. поступление воды в море и соответственно режим его уровней определяются в первую очередь стоком этих рек. Эти соотношения получены нами для Амударьи $\bar{Q} = 0,17 \cdot Q_{\max} + 930$ и для Сырдарьи $\bar{Q} = 0,27 \cdot Q_{\max} + 140$. Соответствующие среднегодовые расходы воды Узбоя оказались равными 2110 и 2010 $\text{м}^3/\text{с}$, а средний расход воды, вычисленный по этим двум формулам, равен 2060 $\text{м}^3/\text{с}$.

Для дальнейших расчетов использованы зависимости элементов меандра от расхода воды в виде

$$L = 44,0 \cdot Q^{0,48}$$

$$r = 0,66 \cdot Q^{0,99}.$$

Средняя для двух участков русла Узбоя длина шага меандра (L) оказалась равной 1780 м при диапазоне длин 1380–2280 м, а средний радиус меандрирования (r) – 1320 м при изменении последнего от 1060 до 1860 м. Средние расходы воды, вычисленные по этим формулам, оказались равными 2280 $\text{м}^3/\text{с}$ и 2080 $\text{м}^3/\text{с}$ соответственно.

Как отмечено выше, верхнее течение Узбоя, в месте перелива воды из моря, можно интерпретировать как водослив-порог. Используя данные А.С. Кесь и др., по поперечному сечению русла в створе 7–8 км выше горы Кугунек (рис. 2) имеем следующие данные: ширина русла (b) – 100–200 м, напор воды (H) – разность отметок горизонта воды (57–58 м) и дна порога (52–53 м) – равен 4–5 м, коэффициент водослива-порога (m) – около 0,4 и коэффициент подтопления водослива (σ_n) – 0,85.

Средний расход воды, рассчитанный по формуле водослива-порога

$$Q = m \cdot \sigma_n \cdot b \sqrt{2g} \cdot H^{3/2},$$

равен 2160 $\text{м}^3/\text{с}$, здесь g – ускорение силы тяжести (9,81 $\text{м}/\text{с}^2$).

Следует подчеркнуть, что оценки средних расходов воды Узбоя, полученные нами

Местоположение сечений русла	Гидравл. уклон, i	Элементы сечений русла				Кoeff. "С"	Средняя скорость, м/с	Расход воды, м ³ /с
		B, м	ω , м ²	χ , м	R, м			
Гора Кугунек:								
левая протока	0,0004	440	1830	470	3,89	52,4	2,07	3780
средняя"	0,0004	130	180	150	1,20	39,8	0,87	157
правая"	0,0004	160	400	190	2,10	45,9	1,33	533
Общий расход								4470
Колодец Чарышли	0,0004	555	2910	610	4,77	54,5	2,38	6930

тремя независимыми способами, оказались близкими. Средний из трех способов расчета расход воды может быть принят равным 2170 м³/с, что несколько меньше расходов воды по Узбою, полученных нами ранее, и является уточненным по последним данным. Наши результаты расчетов совпадают с данными С.А. Ковалевского (1926), который исходил в вычислениях, видимо, из емкостей русла, но ошибочно полагал, что Узбой объединяет в себе воды Амударьи, Сырдарьи и Чу по состоянию водности последних лет на начало века.

Учитывая крайние изменения уровня моря, диапазон изменения напора воды над порогом укладывается в пределы 3,4–6,5 м, и соответственно расходы воды (по формуле водослива-порога) будут: минимальный – 944 м³/с и максимальный – 4990 м³/с. Максимальный расход воды, определенный по двум поперечникам (у колодца Чарышли и у горы Кугунек), оказался равным 6100 м³/с. Тогда по двум способам расчета средний максимальный расход воды равен 5540 м³/с. Таким образом, амплитуда изменения расходов воды (одна из простейших характеристик изменчивости стока) Узбоя составила 4500 м³/с, т.е. примерно равна двум нормам стока.

По новейшим геологическим (Хондкариан, 1977) и археологическим данным¹, начало стока по руслу Узбоя относится к раннему голоцену (VI–V тыс. до н.э.), времени наполнения Арало-Сарыкамьшской впадины до горизонта 72–73 м и образования пропала у горы Кугунек. Когда пропил достиг отметки 52–53 м, уровень моря стабилизировался и на берегах его была сформирована 57–58-метровая терраса (древнеаральская стадия).

Со II тыс. до н.э. в связи с понижением уровня Арала сток по Узбою затухает. Новая, сравнительно кратковременная стадия существования Узбоя относится к так называемой малой ледниковой эпохе и охватывает период с начала XIV до конца XV в.

В это время средневековый Окс, вливаясь в Каспийское море, служил водным путем для торговых сношений Европы, Индии и Китая.

ЛИТЕРАТУРА

- Гедройц А. Предварительный отчет о геологических исследованиях на сухих руслах Амударьи. // Изв. РГО. 1882. Т. 18. С. 77–104.
- Глуховской А.И. О пропуске вод реки Амударьи в Каспийское море и о значении водного Амударьинско-Каспийского пути. СПб. 1839. 28 с.
- Кесь А.С. Русло Узбоя и его генезис. М. 1939. 121 с. (Тр. ИГ АН СССР. Т. 30).
- Ковалевский С.А. Краснодарск–Узбой–Нефтедаг: (К познанию нефтяных месторождений Закаспия). // Неф. и сланц. хоз-во, 1926. Т. 10. № 6.
- Коншин А.М. Сарыкамьшский озерный бассейн и западный Узбой. // Изв. РГО. 1885. Т. 21. С. 202–218.
- Мамедов Э.Д., Трофимов Г.Н. Голоценовые плейстоценовые озера пустынь Закаспия. // История озер в СССР: (Тез. докл. VI Всесоюз. совещ.). Таллин. 1983. С. 136–137.

¹ А.В. Виноградов – устное сообщение.

Стебницкий И.И. Обзор сведений о прежнем течении Аму-Дарьи в Каспийское море.//Изв. Кавк. отд. РГО. 1886. Т. 4. № 2. С. 56–94.
 Хондкармян С.О. Трансгрессивные фазы развития Аральского бассейна в голоцене.//Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М.: Наука. 1977. С. 35–36.
 Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Л.: Гидрометеиздат. 1965. 286 с.

УДК 551.345:551.328.2:551.791:551.583.7

Ю.К. ВАСИЛЬЧУК, О.М. ПЕТРОВ, А.К. СЕРОВА

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ ЗАЛЕЖИ ПЛАСТОВОГО ЛЬДА В КАЗАНЦЕВСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ГЫДАНА

Значение роли прямых индикаторов палеогеографической ситуации при решении задач реконструкции фациальной и климатической обстановки в прошлом очевидно. Вероятно, прежде всего этим объясняется и возросшее в последнее время внимание к изучению пластовых льдов, являющихся достаточно яркими геологическими образованиями, во многих случаях облегчающими решение сложных задач по восстановлению генезиса и условий образования вмещающих их толщ. Однако нередко даже их собственный генезис становится предметом острой полемики, ввиду невозможности его однозначной трактовки. Одни и те же признаки пластического течения в толще льда трактуются в одном случае как свидетельство глетчерной природы залежи (Каплинская, Тарноградский, 1978; Соломатин и др., 1981; и др.), в другом — как указание на ее внутригрунтовое происхождение вследствие диагенеза сильноувлажненной грунтовой толщи при промерзании (Корейша, Хименков, Брыксина, 1983; и др.). Мы уже указывали (Трофимов, Васильчук, 1983) на то, что даже признание глетчерной природы льда — это еще не полное решение вопроса о палеофациальной обстановке среды его захоронения, поскольку даже лед горно-долинного выводного ледника мог переноситься по морю и консервироваться в морских осадках у противоположных берегов на значительных расстояниях от районов своего происхождения. Вполне вероятно, что именно такой тип захоронения льда встречен В.И. Соломатинным с сотрудниками (1981) на севере Гыдана в существенно засоленных мерзлых толщах, нередко насыщенных фораминиферами (Бадю, Трофимов, Васильчук, 1982). Надо еще отметить, что степень минерализации самих пластовых льдов практически во всех описанных местонахождениях залежей весьма невысока и редко превышает 0,01% (Анисимова, Крицук, 1983; Дубиков, 1983), что, если игнорировать остальные признаки, вполне согласуется с представлениями об их первично-глетчерной природе. В этом плане нам представляется весьма интересным рассмотреть находку залежи существенно более засоленного (в 10–15 раз больше) пластового льда в разрезе водораздельной казанцевской равнины (в ее сниженной части), описанной нами в среднем течении р. Танама, в 6 км северо-восточнее устья р. Сябуяха. В обнажении здесь сверху вниз вскрыты:

Глубина, м

Песок желтовато-серый, мелкозернистый, пылеватый, с прослоями ожелезнения, с редкими включениями окатанной древесины — плавника; в верхней части с небольшими линзами голоценовых торфяников. Криотекстура песка массивная и редкослоистая тонкошпирова. 0,0–4
 Суглинок темно-серый и коричневатого-серый, в верхней части легкий, ниже — средний и тяжелый, мелкооскольчатый, замещающийся по простиранию на глубине 16,7–19,5 м глиной темно-серой со стальным отливом, вмещающей гравий, гальку, мелкие валуны и целые створки раковин моллюсков. 4–19,5

На глубине 16,8 м в обнажении вскрыт пласт льда видимой мощностью более 2 м, шириной в основании более 3 м (рис. 1). Лед в основном прозрачный, но иногда в нем отмечаются зоны субгоризонтального простиранья, насыщенные крупными пузырька-