

506,5
С-75
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ТРУДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
им. В. А. БУГАЕВА

Выпуск 47 (128)

П. М. Машуков
ЗАТОРЫ И ЗАЖОРЫ
НА р. АМУДАРЬЕ

556.5

с-75

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ТРУДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
им. В. А. БУГАЕВА

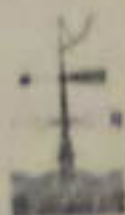
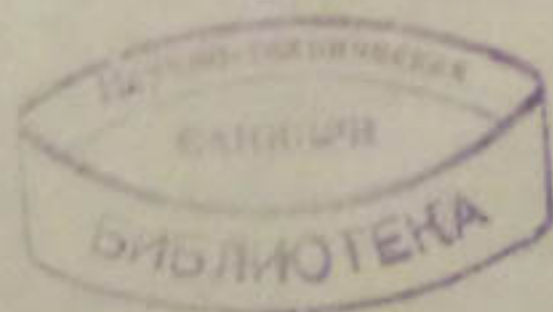
Выпуск

47 (128)

П. М. Машуков

ЗАТОРЫ И ЗАЖОРЫ
НА р. АМУДАРЬЕ

Под редакцией
канд. геогр. наук Ю. Н. ИВАНОВА



ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ ЛЕНИНГРАД 1977

74875

В монографии исследованы сведения о чрезвычайных явлениях (ч/я) и уровнях воды за 84 зимы. Установлено распределение высшего зимнего уровня воды и ч/я по длине реки и по ледовым фазам. Уточнена природа заторов и зажоров. Объяснены сложные колебания уровня воды зимой переменным подпором и расходом воды, которые в свою очередь определяются перераспределением ледяных масс по длине реки, зависящем от погоды. Исследованы сведения о ежедневных расходах воды, намечены пути к получению более точных методов подсчета стока.

Работа представляет интерес для инженеров-гидрологов, в особенности интересующихся учетом зимнего стока рек и прогнозами ледовых явлений.

The monograph contains information on extraordinary phenomena and water levels observed during 84 winter periods. The distribution of the highest water level and extraordinary phenomena are determined by river length and ice phases. The nature of ice jams and gorges is refined. The complicated fluctuations of water level in winter by changeable backwater and water discharge are explained by redistribution of ice masses along river length depending on weather. The information of daily water discharge is analysed. The ways of development of more precise methods for runoff calculation are planned.

The publication will prove of value to engineers-hydrologists especially for those who are interested in winter river runoff accounting and glacial phenomena forecasting.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа является начальным этапом программы с конечной целью объяснить колебания уровня воды в реке зимой, научиться предсказывать уровни заторно-зажорного происхождения и тем самым оповещать население об угрозе наводнений.

Она явилась продолжением и развитием многолетних работ, выполненных автором и его сотрудниками в бывшем секторе гидропрогнозов УГМС УзССР и в САРНИГМИ за последние 30 лет.

Зачинателем этого дела явилась З. В. Джорджио, которая не только собрала, изучила и обобщила необходимый материал, но и приступила к составлению краткосрочных прогнозов ледовых явлений по р. Амударье.

Впоследствии к наблюдениям над ледяными образованиями с успехом стали привлекать авиацию. В СССР это дело начал В. Д. Комаров [1], у нас значительный вклад внесли в него О. П. Чижев, Е. М. Козик, В. А. Архипов [2, 3], Д. А. Милованов [15], ряд работников Амударьинской устьевой станции и др.

О. П. Чижев [25] сделал, по-видимому, первую попытку разработки метода предсказания зажорно-заторных уровней воды в Амударье.

Л. Н. Боровикова и Ю. Н. Иванов продолжили работу по изучению зимнего режима Амударьи, сбору и анализу данных о чрезвычайных ледовых явлениях, по уточнению методики предсказания последних [4, 8, 15].

Существенный вклад в изучение зимнего режима больших рек Средней Азии внес В. П. Захаров [6].

Наводнения на Амударье зимой не такое уж редкое явление; совсем недавно, в январе 1969 г., был затоплен г. Чарджоу, в ту же зиму от наводнения пострадал г. Бируни, случалось, что в Хорезмском оазисе зимой затапливались большие пространства, довольно часты зимние наводнения в дельте реки. Нижнеамударьинский оазис, включающий Хорезмскую область Узбекской ССР, часть Каракалпакской АССР и часть Ташаузской области Туркменской ССР, является наиболее уязвимым местом на Амударье. Здесь река течет в собственных отложениях, берега реки низкие, уклон местности зачастую направлен в сторону от реки, поэтому выход реки из берегов грозит затоплением обширной, орошаемой, густо населенной местности.

Для предотвращения наводнений каналы и озера ограждены дамбами, протяженность которых исчисляется многими сотнями километров и на содержание которых в исправности ежегодно тратится много сил и средств. При высокой воде в первую очередь страдают эти дамбы и головные сооружения магистральных каналов. От того, удастся ли предотвратить прорыв линии дамб, быстро заделать его, если он уже произошел, или построить новую дамбу,

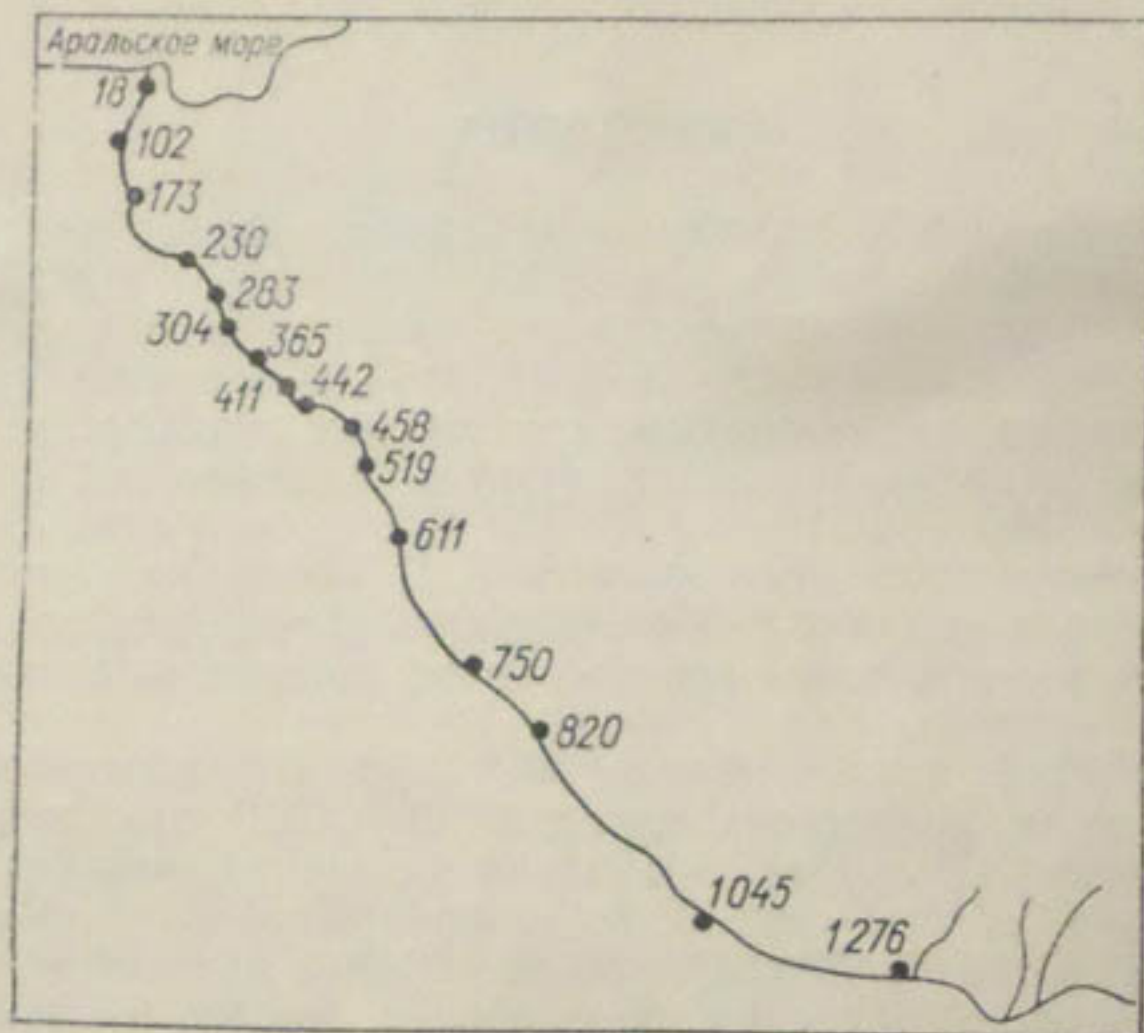


Рис. 1. Схема расположения гидрологических постов на р. Амударье с указанием расстояния их от устья реки (км).

18 — Темирбай, 102 — Кзылджар, 173 — Тахьятас, 230 — Чатлы, 283 — Кипчак, 304 — Карамышташ, 365 — Коккуз, 411 — Турткуль, 442 — Ташсака, 458 — Тюямуюн, 519 — Данишер, 611 — Дарган-Ата, 750 — Ильчик, 820 — Чарджоу, 1045 — Керки, 1276 — Термез.

зависит успех борьбы с угрозой наводнения или с самим наводнением. Все эти явления принято называть чрезвычайными явлениями (сокращенно ч/я), их также можно назвать опасными явлениями, или опасными ситуациями (ос). Мы будем применять оба термина, считая их синонимами.

Несмотря на большой ущерб, приносимый этими опасными явлениями, до сих пор сведения о них не были обобщены и причины их слабо изучены. Задача настоящего исследования состояла в том, чтобы по мере возможности восполнить пробелы в нашем знании указанных явлений.

Прежде всего перед нами стала задача выбрать систему географических координат, удобную для исследований. По примеру

прошлого [12] мы остановились на расстояниях от устья, к которым отнесли объекты, не только расположенные на берегу реки, но и в некотором отдалении от нее. В последнем случае брались точки на реке, являющиеся ближайшими к исследуемому объекту.

Для указанной цели на карте вся река размечалась через каждые 10 км. Основой служили расстояния гидрологических постов и станций от устья, взятые из гидрологических ежегодников. Так, более 20 лет тому назад были размечены бланковые карты, по которым делались авиаразведки. По картам были определены расстояния от устья разных объектов, которые вошли в различные отчеты, изданные и неизданные рукописи. Однако время от времени расстояния от устья в ежегодниках менялись, и нужно было все материалы привести к какой-то одной системе расстояний. Мы остановились на последней системе, принятой в гидрологическом справочнике [19], составленном по данным до 1962 г. включительно.

В табл. 1 приводится список гидрологических постов с указанием расстояний их от устья по нескольким источникам, а также нулей графиков по системе гидрологического справочника [19]. Переход от одной системы расстояний к другой производится путем линейной интерполяции. На рис. 1 дается схема расположения этих постов на реке.

1. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ЗИМНЕГО РЕЖИМА АМУДАРЬИ

Зимой мы условно называем часть гидрологического года, в которую бывают ледяные явления. В этом смысле своя зима, а также «осень» и «весна», бывают как для каждого данного года, так и для каждого участка реки. Наиболее продолжительные зимы бывают в низовье реки, в дельте и наименее продолжительные — в верховьи, в районе г. Термеза, где обычно не бывает даже шуги, не говоря уже о ледоставе, который наблюдался только один раз за последние, по меньшей мере, 80 зим. Зима в указанном смысле, которую иногда мы будем называть гидрологической, представляет для нас интерес как промежуток времени, вне которого исключены наводнения, связанные с ледовыми явлениями, и, наоборот, внутри которого возможны такие наводнения.

Раньше ноября и позже марта ледяные образования нигде на Амударье никогда не отмечались, но было довольно много зим, когда они начинались в ноябре, а заканчивались в марте [4, 8, 12, 15].

Поэтому в период ноябрь — март возможны наводнения, связанные с ледовыми явлениями. Раньше ноября наводнения невозможны, а позже марта маловероятны.

Период ноябрь — март для Амударьи является сезоном межени, поэтому главной причиной зимних наводнений могут быть либо только ледовые явления, либо ледовые явления с вызванным ими так называемым паводком вскрытия [12]. Это обстоятельство отличает Амударью от многих больших рек СССР, которые часто

Список гидрологических станций и постов на р. Амударье, сведения по которым использованы в работе

Наименование станции или поста	Расстояние от устья (км) по различным источникам*					Отметка нуля графика,** м
	СУ	ГЕ-1952	РПВ	БК	ГЕ-1967	
Верхнеамударьинский (устье р. Кундуз)	(1406)	—	1409	—	1409	310,00 БС
В 400 м выше устья р. Сурхан- дарьи (Термезская)	1276,4	—	1279,4	—	(1279,4)	318,01 абс
В 200 м ниже устья р. Сурхан- дарьи (Термезская)	1275,8	—	1278,8	—	(1278,8)	320,00 абс
Порт Термез «Большой ковш» в 2,2 км ниже устья р. Сур- хандарьи	(1274,1)	—	1276,8	—	(1276,8)	нет данных
Пристань Термез, в 3 км ниже устья р. Сурхандарьи (нижняя пароходная пристань г. Термез)	1273,3	1322	1276,0	—	1276	289,72 БС
Ст. Келиф, в 5,5 км на ЗЮЗ от станции, у ж.-д. влкч. (г. Келиф)	(1160)	1198	1163	—	1163	262,64 БС
Водозабор Каракумского судоход- ного канала, в 0,34 км выше водозабора	(1105)		1102	—	1102	251,08 (БС)
Головное сооружение Бассага- Керкинского канала, в 0,86 км выше головного сооружения (кишл. Бассага)	1103	1126	1100	—	(1100)	276,00 К.М.
Уроч. Пилизиндан, в 1,0 км выше головы кан. Сурхи	(1066,1)	1066,7	—	—	(1066,7)	242,30 БС
Кишл. Кызыл-Аяк, выше головы арыка Палван	1066	—	1066,6	—	(1066,6)	268,0 К.М.
Уроч. Кызыл-Аяк, клх. им. Ленина в 1,5 км на ЮВ от колхоза	(1064,5)	—	1065,1	—	(1065,1)	241,03 БС
Пулизинданский, у пристани клх. им. Ленина	(1064,2)	—	1064,8	—	(1064,8)	240,00 БС

г. Керки, вблизи ж.-д. станции Керкичи	1044,2	1061	1045	—	1045	237,57 БС
Кишл. Ислам	938	—	941	—	(941)	239,70 К.М.
Кишл. Бурдалык, в 9 км на 3 от кишлака (Бурдалыкская)	927	—	929	—	(929)	238,00 усл.
Пгт Карабекаул, в 2 км на СВ от поселка (Карабекаульская)	(914)	928	916	—	(916)	43,50 усл.
Г. Чарджоу, ж.-д. мост (Чард- жоуский)	818	826	820	837	820	186,05 БС
Кишл. Ильчик	(748)	760	750	765	750	170,11 БС
Водокачка ст. Дарган-Ата, в 0,5 км на ВЮВ от здания водокачки	(609)	—	611	—	611	142,02 БС
Г. Дарган-Ата, в 1,75 км на СВ от города	(591)	596	593	595	(593)	92,00 усл.
Кишл. Данишер, в 4 км ниже кишлака, у развалин крепос- ти Данишер-Кала (Дуль- дульятлаганская)	507	516	519	—	519	123,43 БС
Тесинна Тюямуюн, в 12 км выше пристани Шарлаук (Тюямуюнская)	446	452	458	453	458	111,23 БС
С. Ташсака, в 0,2 км выше головы кан. Палван (Таш- сакинская)	432	435	442,1	435	442	107,23 (БС)
Г. Турткуль, в 8 км выше кан. Газават	(401)	403	411	402	(411)	100,96 БС
Пристань Коккуз	(358)	—	(368)	—	368	90,00 БС
Пристань Коккуз	(355)	—	(365)	—	365	81,00 усл.
Кишл. Карамышташ, в 2 км от кишл., в 2 км выше головы кан. Кипчак-Ариа (Джумурта- усская)	297	292	304	291	304	82,00 БС
Г. Кипчак, у пристани	(276)	266	283	264	283	79,17 БС
Кишл. Чатлы, в 3 км ниже голов- ных сооружений каналов Кыз- кеткен и Ленинъяб (г. Нукус)	213	215	230	215	230	72,04 БС
С. Чуртамбай, в 1,5 км на Ю от селения	—	—	202	—	(202)	67,98 БС

Наименование станции или поста	Расстояние от устья (км) по различным источникам*					Отметка нуля графика,** м
	СУ	ГЕ-1952	РПВ	БК	ГЕ-1967	
Пос. Тахъятас, в 0,4 км на ЮЗ от поселка	—	—	173	162	179	64,37 БС
Кишл. Парло (Эркиндарьинская)	—	—	134	—	(134)	62,29 БС
Кишл. Раушан в 0,5 км выше рукава Раушан	—	121	127,5	—	128	60,44 БС
Кишл. Кызылджар, в 1,5 км выше протоки Караузьяк	—	92	102	90	102	57,31 БС
р. Амударья (Акдарья)						
Кишл. Зир, в 2 км выше голов. кан. Байгужа (г. Кара-Узьяк)	—	47	69	60	(69)	55,53 (БС)
Кишл. Байгужа	—	—	(66)	—	66	55,28 (БС)
р. Амударья (Инженер-Узьяк)						
Клх. им. Марата, в 1,5 км ниже конца протоки Кипчакдарья	—	—	31	—	(31)	53,08 БС
Аул Темирбай, в 1,5 км выше аула	—	—	18,4	—	17	52,25 усл.
г. Кипчакдарья (протока р. Амударья)						
Кишл. Техник-Аул, в 1,6 км на З от пос. Чеге	—	26	16***	—	16	54,24 (БС)

Примечания:

* Источники сведений:

СУ — Сведения об уровне воды на реках и озерах СССР, том XX: XXV (22, 23);

ГЕ-1952 — Гидрологический ежегодник 1952 г., т. 5, вып. 0—4, 9;

РПВ — Ресурсы поверхностных вод СССР, том 14, вып. 3;

БК — Бланки карт — схем авиаразведок, проводимых до 1972 г.;

ГЕ-1967 — Гидрологический ежегодник 1967 г., т. 5, вып. 0—2.

Цифры в скобках показывают интерполированные расстояния от устья.

За основу при интерполяции принимались сведения, помещенные в четвертой графе.

** Приводится последняя по времени отметка нуля графика.

*** Для поста Техник-Аул за расстояние от устья принято расстояние от поста до слияния Акдарьи и Кипчакдарьи.

вскрываются во время половодья, и поэтому главной причиной наводнения может оказаться большой расход воды, пришедшей с водосбора. Правда, на Амударье и зимой бывают паводки, особенно в марте, но по величине расхода воды они гораздо меньше паводков весенне-летнего половодья (май — август).

Река Амударья протекает по пустыне, не имея притоков на протяжении 1300 км. Температура воздуха вдоль по реке значительно меняется: например, в январе многолетнее среднее значение ее в верхнем течении (у Термеза) на $10,4^{\circ}$ выше, чем в низовье (У Чимбая) [12]. При этих условиях в низовьях Амударья замерзает ежегодно, а в верховьях (имеется в виду собственно Амударья) редко. Зимой существует такая граница на реке, ниже которой наблюдается ледостав, а выше «чисто» или шугоход. Эта граница (кромка льда, кромка ледостава) не остается на месте, а перемещается вдоль по реке: при похолоданиях вверх, а при потеплениях вниз по течению, так что замерзание реки в отдельном пункте можно рассматривать как подход кромки льда к этому пункту снизу, а вскрытие — как подход ее сверху.

Движение кромки льда вверх по реке происходит за счет приставания к ней и примерзания приплывающей сверху шуги. Часть шуги увлекается под ледяной покров и там остается, создавая стеснение русла (зажор), а с ним распространяющийся вверх подпор, замедление течения, сгущение транзитной шуги и, наконец, остановку ее в благоприятном месте. Так, в некотором отдалении от кромки льда образуется из остановившейся и смерзшейся шуги ледяная перемычка, верхний край которой начинает играть роль новой кромки льда и все начинается сначала. В результате движение кромки льда оказывается неравномерным, а молодой ледяной покров прерывистым. Промежутки чистой воды между перемычками замерзают позже.

Вскрытие реки происходит в обратном порядке. Поступающие сверху теплые воды растопляют лед на кромке и тем самым создают движение последней вниз по реке. Одновременно в ледяном покрове появляются полыньи-промоины, которые с течением времени увеличиваются как в числе, так и в размерах, отчего ледяной покров опять разбивается на ледяные перемычки (которые, однако, бывают не так хорошо выражены, как осенние перемычки). Из-за этого движение кромки льда вниз по реке так же происходит неравномерно, как и вверх, при замерзании реки.

Такова в общих чертах картина замерзания и вскрытия Амударьи. В деталях она гораздо сложнее [12], и поэтому нам придется дополнять ее по ходу изложения. Замерзание и вскрытие реки происходит при небольших меженных расходах воды, которые, однако, зачастую претерпевают существенные изменения, но не за счет притока из водосбора, а за счет перераспределения воды между отдельными участками реки (собственные колебания расхода), связанного с ледовыми явлениями. Боковой приток отсутствует, но изъятие воды в ирригационные каналы существенно влияет на режим реки вплоть до полного прекращения стока.

В последние годы практикуется перекрытие реки весной, а иногда и осенью в районе поста Чатлы временной глухой плотиной.

В настоящее время на реке сооружается несколько гидроузлов, которые уже изменяют режим Амударьи и изменяют его еще более, как это случилось на других реках СССР (см., например [11]). Поэтому многое, сказанное в данной работе, по всей вероятности, в будущем подлежит пересмотру.

О ледовом режиме Амударьи в многолетнем разрезе говорят следующие факты. Зимой 1948/49 г. кромка льда достигала г. Термеза (1276 км от устья), тогда как в 1957/58 г. она не выходила за пределы современной дельты (200 км от устья), да и там ледостав ограничился лишь отдельными ледяными перемычками в конце ноября. На посту Ташсака (442 км) зимой 1950/51 г. ледостав продолжался с 29 ноября по 11 марта, в 1952/53 г. он был здесь в начале зимы, с 16 декабря по 3 января, а в следующем году, наоборот, на этом же посту он наступил только в конце зимы, по существу, весной, 6 марта, и продолжался шесть суток.

Характерным признаком ледового режима Амударьи и Сырдарьи является высокий уровень воды при ледоставе, превышающий пред- и послеледоставный меженный уровень на 1,5—3,0 м. Под ледяным покровом, таким образом, аккумулируются большие массы воды, достигающие на Сырдарье 1,5—2,0 куб. километров [14]. При вскрытии эта вода освобождается, создавая паводок вскрытия. Расход воды в реке при этом зачастую удваивается. Наоборот, при замерзании реки расход воды уменьшается, зачастую так же в два раза и больше.

Это наполнение русла объясняется увеличением смоченного периметра примерно в два раза и стеснением русла подледной шугой. Такую же регулирующую роль играет превращение текущей воды в неподвижный лед при замерзании реки и обратное превращение при вскрытии. Заметим, что этот фактор автоматически учитывается уровнем воды.

На Амударье и Сырдарье существенное повышение уровня при шугоходе иногда наблюдается, но оно объясняется подпором со стороны ледяного покрова, кромка которого, двигаясь снизу, еще не успела дойти до поста, отметившего повышение уровня.

Возникновение полыней и увеличение их размеров приводит к уменьшению гидравлических сопротивлений и тем самым к падению уровня воды. Наоборот, замерзание полыней ведет к увеличению русловых сопротивлений и повышению уровня воды. Эти изменения уровня относятся к поперечникам, расположенным несколько выше полыней, и вызываются в одном случае опорожнением, а в другом — наполнением русла. Ниже полыней в это время происходит в первом случае увеличение, а во втором — уменьшение расхода и, следовательно, уровня воды. Как видим, уровень воды на данном участке подвержен влиянию двух противоположных тенденций, отчего его поведение бывает запутанным. Например, в случае похолодания, распространившегося на значительную часть реки, уровень воды на данном участке должен был бы повы-

шаться благодаря уменьшению площади полыней на этом же участке, но, с другой стороны, он должен понижаться в связи с уменьшением расхода воды, поступающей с вышерасположенных участков благодаря такому же повышению уровня.

Особенно мощное влияние на расход и, следовательно, на уровень воды на данном посту оказывает движение кромки льда на участке, расположенном выше поста, когда за короткое время громадные участки реки покрываются ледяным покровом или освобождаются от него. В первом случае это влечет наполнение русла водой и уменьшение расхода на посту, во втором — освобождение русла от воды и тем самым увеличение расхода на посту.

Вскрытие реки обычно происходит путем постепенного обтаивания ледяного покрова с кромки за счет тепла, приносимого сверху водой. Этот процесс сопровождается на Амударье плавным увеличением расхода воды с максимумом на кромке. Уровень воды при этом, подчиняясь указанному влиянию двух противоположных факторов, ведет себя по-разному: то он плавно повышается вслед за расходом, то падает вопреки расходу благодаря уменьшению количества подводной шуги и увеличению площади полыней. Вскрытие реки в самом низовье часто сопровождается увеличением изъятия воды в ирригационные каналы на промывку и весеннее увлажнение полей на вышерасположенных участках, что приводит зачастую к падению уровня воды во время освобождения реки от льда вместо ожидаемого повышения.

Временами изреженный полынями или представленный отдельными ледяными перемычками ледяной покров приходит в движение на большом протяжении. Одновременно при этом освобождается громадное количество ранее аккумулярованной в русле воды, которая движется вместе со льдом или несколько опережая его; вскрытие происходит бурно при большом расходе и высоком уровне; кромку сопровождает вал воды и льда; на кромке происходят интенсивные заторные процессы, вызывающие повышение уровня воды и разливы по пойме. Кромка льда при вскрытии реки никогда не бывает похожа на резко очерченную границу между водой и льдом. Это всегда участок реки, заполненный частью движущимися, частью неподвижными ледяными полями, разделенными промежутками чистой воды и полями битого льда.

При медленном движении кромки плывущего льда, служащего материалом для стеснения русла, образуется мало, мало скапливается его и у кромки ледостава, что обуславливает лишь небольшое повышение уровня воды при вскрытии. Лед, по существу, тает на месте. Иное происходит, когда на некотором участке реки по каким-либо причинам возникает быстрое движение кромки льда с освобождением за короткое время больших масс воды, аккумулярованной ранее в русле. Образованный этими водными массами паводок ускоряет процесс вскрытия, что ведет к более интенсивному образованию заторного материала (плывущих льдин), тем самым к большему стеснению русла и, следовательно, к более высокому подъему уровня воды в реке. Возможно, что при таком бур-

ном вскрытии местами могут образоваться классические, т. е. неподвижные заторы льда, напоминающие собой фильтрующие плотины, которые потом, по словам местных работников водного хозяйства, прорываются, о чем можно иногда прочесть в их донесениях. В момент образования ледяной плотины должно было бы наблюдаться ниже по течению временное снижение уровня воды, чего, однако, нам ни разу не удалось подметить. Скорее всего затор на Амударье напоминает не пробку, а фильтрующий поршень, перемещающийся вниз по реке, гонимый паводком вскрытия. К такому выводу мы пришли, изучая ледовые явления на р. Сырдарье [14].

Паводок вскрытия в конце концов оставляет район кромки льда и уходит вниз под ледяным покровом. Его-то наблюдатели и считают результатом прорыва затора. Скорее всего, никакого прорыва не происходит, просто фильтрующий ледяной поршень оказался в хвосте паводка вскрытия и перестал им увлекаться, так как оказался в состоянии пропускать сквозь себя весь уменьшившийся теперь расход воды и в неподвижном состоянии. Кроме того, это мог быть и не «поршень», а простая неподвижная ледяная перемычка, свободно пропускающая под собой воду.

2. СВЕДЕНИЯ О НАВОДНЕНИЯХ И ДРУГИХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЯВЛЕНИЯХ (Ч/Я)

В толковом словаре русского языка под редакцией Д. Н. Ушакова М., 1938. [24] наводнение трактуется как «затопление суши водой, выступившей из берегов, или сильными ливнями, являющееся стихийным бедствием». Иначе, в наших условиях, наводнение — это затопление суши выступившей из берегов реки водой и являющееся стихийным бедствием.

Во многих местах русло Амударьи несколько приподнято над окружающей местностью, поэтому выход реки из берегов нередко сопровождается затоплением населенных пунктов, разрушением транспортных магистралей, ирригационных и других сооружений. Для защиты от наводнений объекты, подверженные затоплению, отгорожены от реки дамбами. Дамбы нередко прорываются и тогда местное население заделывает прорывы или возводит новые дамбы. Сам по себе прорыв защитной дамбы еще не наводнение, но если дамба не была своевременно восстановлена, то наводнение неминуемо; поэтому прорыв дамбы является событием весьма опасным и достойным изучения наряду с наводнениями. К опасной ситуации следует отнести и угрозу прорыва дамб, особенно когда эта угроза распространена на большое протяжение реки. В таких случаях к угрожаемым участкам дамб посылаются много землеройных машин и автотранспорта для усиления наиболее слабых мест в дамбах и подвоза необходимого для этой цели материала. Все это требует затраты больших сил и средств, если учесть, что общая протяженность дамб на Амударье составляет сотни километров.

Факт свершения наводнения зависит не только от гидрометеорологических факторов, но и от того, что не были своевременно приняты меры водоборьбы, так что угроза наводнения во многих случаях равноценна самому наводнению с точки зрения оценки степени опасности.

Наводнения, разрушения дамб и т. п. явления на гидрологических станциях, как правило, не наблюдаются, и в гидрологических ежегодниках сведения о них найти нельзя. Эти сведения по Амударье в течение многих лет собирались в УГМС Узбекской ССР из различных источников, преимущественно из донесений местных работников водного хозяйства своему министерству, после того как авария наступила или возникла явная угроза ее наступления. Много ценных материалов было получено в результате авиаразведок, выполненных большей частью работниками Амударьинской устьевой станции, базирующейся в г. Нукусе.

Различные вредные и опасные явления, описанные в этих записях, оказалось возможным разделить на типы, а именно:

н) наводнение — затопление населенных пунктов, дорог, угодий и т. п.; пр) прорыв защитных дамб; у) угроза наводнения и прорыва дамб; р) разлив — затопление местности без видимого вреда для народного хозяйства (разливы часто отмечают бортнаблюдатели при авиаразведках); з) затор или зажор; зт) затор; зж) зажор.

Заторы и зажоры считаются единственными причинами зимних наводнений. Когда уровень воды в реке поднимается настолько, что создается угроза наводнений, или когда наводнение уже началось, заинтересованные люди ищут заторы и находят, чтобы затем попытаться их ликвидировать.

До внедрения в практику регулярных ледовых авиаразведок сообщение работника водного хозяйства о заторе или зажоре на том или ином участке реки расценивалось как указание на действительную или хотя бы как на достаточно вероятную причину наводнения, так как причина устанавливалась после установления следствия (наводнения, или его угрозы). С внедрением в практику ледовых авиаразведок работники водного хозяйства и бортнаблюдатели УГМС научились распознавать зажоры и заторы по виду, обнаружили их во множестве и в каждом из них видели угрозу наводнения, тогда как это были обычные элементы ледовых процессов, большей частью безобидные. Появилось много сообщений об «угрожающем положении», потерявших прежнюю остроту, так как в них стали преобладать предупреждения о существенно менее опасных событиях, чем это было раньше. При обработке материалов пришлось много подобных «угроз» отсеивать.

На Амударье, а также и на Сырдарье, как известно [11, 12], вначале образуется прерывистый ледостав, представленный отдельными ледяными перемычками-зажорами, из которых только некоторые и только при особых условиях служат причиной наводнений, поэтому нельзя в них всех видеть угрозу наводнения. Точно так же при вскрытии реки на движущейся вниз кромке льда часто возни-

кает заторное состояние, которое не обязательно должно перейти в катастрофическое.

Вообще говоря, учет вредных явлений и оценка их гидрологической и хозяйственной значимости является делом сложным и не всегда дает сравнимые результаты.

По примеру аналогичной работы по Сырдарье [14] мы сочли необходимым координаты явлений дать в расстояниях от устья. Для этого пришлось составить список мест, где случались аварии, и найти их расстояния от устья (приложение 1).

В таблицах 2, 3 дано распределение числа мест аварий по расстояниям от устья и по годам.

Таблица 2 показывает, что наибольшее число опасных ситуаций (72%) приходится на участок от 200 до 450 км от устья, на котором река протекает по густонаселенному Хорезмскому оазису, 15% приходится на дельту, 8% на район г. Чарджоу, подверженный затоплению. Остальные 5% падают на участок от теснины Тюямуюн до теснины Ильчик, где население редкое. Сравнительно невысокое число аварий в дельте (0—200 км от устья) при частых разливах реки надо объяснить тем, что их редко фиксировали.

В табл. 2 учтены также разливы, заторы и зажоры; они, как видим, не меняют только что описанной картины.

Таблица 2

Сведения о числе наводнений (н), прорывов дамб (пр), угроз наводнений или прорывов (у), разливов (разл), зажоров (зж) и заторов (зт)

Расстояние от устья, км	Число случаев						н+пр+у		Всего	
	прорывы	наводнения	угрозы	разливы	зажоры	заторы	абс.	%	абс.	%
0—100	6	0	1	1	0	2	7	7	10	9
101—200	5	1	2	1	0	2	8	8	11	10
201—300	17	5	5	0	1	3	27	29	31	27
301—400	20	0	6	2	2	0	26	28	30	26
401—500	13	2	1	0	3	0	16	17	19	16
501—600	3	0	0	0	0	1	3	3	4	4
601—700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
701—800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
801—900	3	3	2	0	0	1	8	8	9	8
>900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сумма	67	11	17	4	6	9	95	100	114	100
%	70	12	18				100			
401—450	10	2	1	0	3	0	13	14	16	14
451—500	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3

В табл. 3 два раздела. В левом разделе за единицу принят один день с наводнением, даже если в один день случились наводнения в нескольких местах. В правом разделе каждый пункт рассмотрен отдельно, так же как и в табл. 2. Таблица 3 составлена позже табл. 2 в результате перекалфикации одного вида в другой, например, части наводнений в прорывы и угрозы; поэтому

Таблица 3

Ледовые фазы — вскрытие (в), замерзание (з) и ледостав (л) во время опасных ситуаций; наводнение (н), прорыв (пр) и угроза (у)

Зима	Число фаз при ситуациях							
	сокращенный вариант				полный вариант			
	навод- нение	про- рыв	угро- за	всего	навод- нение	про- рыв	угро- за	всего
1888/89			в	1			в	1
1894/95		з		1		з		1
1896/97		з		1		з		1
1897/98	в			1	в			1
1900/01	з			1	з			1
1903/04	в			1	в—15			15
1904/05	в		в	2	в		в	2
1905/06	в			1	в			1
1906/07	з—2			2	з—2			2
1927/28	в	в		2	в	в		2
1934/35	з	з		1		з		1
1935/36	з, л—2			3	з, л—2			3
1939/40			в	1			в	1
1940/41	з, в			2	з, в			2
1941/42	в			1	в			1
1942/43	в			1	в			1
1945/46		в		1		в		1
1948/49	в, л—6		з—3, л—2	12	в, л—6		з—3, л—2	12
1949/50	з	в, з—2	з	5	з	в—3, з—2,	з	7
1950/51		в		1		в		1
1951/52	з		з	2	з		з	2
1953/54	з—2, л, в	з—2		6	з—2, л, в—2	з—3		8
1956/57	в	в		2	в	в		2
1963/64	в—2	в		3	в—4	в—3		7
1964/65			з—2	2			з—2	2
1967/68	в			1	в			1
1968/69	з, в—6	в, з, л—2	л—2, в—3	15	з—2, в—11	з, л—2, в	л—2, в—5	24
1969/70			з—4	4			з—3	4
Всего	38	17	21	76	62	22	23	107
то же, %	50	22	28	100	58	21	21	100
Замерзание	10	8	11	29	11	9	11	31
Ледостав	9	2	4	15	9	2	4	15
Вскрытие	19	7	6	32	42	11	8	61
то же, %								
Замерзание	26	47	52	38	18	41	48	29
Ледостав	24	12	19	20	14	9	17	14
Вскрытие	50	41	29	42	68	50	35	57

выводные данные в ней несколько иные, чем в табл. 2. Кроме того, в табл. 3 вошли пункты с неизвестными расстояниями от устья, которые в табл. 2 отсутствуют, что также повлияло на выводные данные.

Таблица 3 показывает, что 58% всех вредных явлений относятся к наводнениям, остальные 42% поровну распределяются между прорывами и угрозами; 57% всех вредных явлений бывает при

вскрытии, 29% при замерзании и 14% при ледоставе. Приблизительно эти числа относятся друг к другу как 4:2:1. Для Сырдарьи соответствующее соотношение равно 10:5:1.

При ледоставе на Амударье бывает больше вредных и опасных явлений (14%), чем на Сырдарье (6%).

Наводнения чаще бывают при вскрытии (50%) и реже при замерзании (26%) и ледоставе (24%), но прорывы и угрозы чаще бывают при замерзании (50%).

3. ЗАЖОРЫ, ЗАТОРЫ И ДРУГИЕ ОСОБЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ОТМЕЧАЕМЫЕ В ГОДОВЫХ ТАБЛИЦАХ УРОВНЯ ВОДЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЕЖЕГОДНИКОВ

Причинами зимних наводнений и других опасных явлений считаются зажоры и заторы, стесняющие русло реки и вызывающие подъемы уровня воды, иногда опасные и даже катастрофические. Описание этих явлений иногда встречается в материалах гидрологических постов, а сведения о них помещаются в гидрологических ежегодниках, правда, очень скудные: всего лишь о дате затора (зажора) ниже поста, в створе или выше поста. Оценим эти сведения, а заодно сведения о подвижках и др. особых явлениях.

В «Описаниях гидрометеорологических станций и постов, сведения по которым помещены в ежегоднике», как правило, имеются записи об отношении участка поста к затворам и зажорам. Приводим выписки из ежегодника 1955 г.

Г. Дарган-Ата. В зимний период ниже поста иногда образуются заторы льда и зажоры.

Кишл. Данишер. В зимний период ниже станции иногда наблюдаются заторы льда и зажоры, которые вызывают резкие подъемы уровня на посту и повреждения постовых устройств.

Теснина Тюямуюн. Дно каменистое. В зимнее время наблюдаются заторы льда и зажоры. Ледостав неустойчивый с промоинами на стрежне.

с. Ташсака. В зимнее время ниже поста наблюдаются заторы льда. Ледостав отличается неустойчивым характером.

г. Турткуль. В зимнее время ниже поста наблюдаются заторы льда и зажоры.

Кишл. Карамышташ. В нижней части участка поста река изменяет направление с севера на запад. На этом участке часто наблюдаются заторы льда и зажоры.

Кишл. Чатлы. В 3 км ниже основного водпоста часто образуются заторы льда и зажоры.

С. Тахъятас. В 5 км выше и в 2 км ниже поста имеются крутые излучины, у которых в период ледообразований образуется подпор воды.

Голова Талдыкдарьи (проток Кыпшакдарья). В голове протоки Талдыкдарьи могут образовываться заторы льда и зажоры.

Кишл. Техник-Аул (проток Кыпшакдарья). На реке наблюда-

ется сплошной ледостав, приблизительно в 3 км ниже станции образуются заторы льда и зажоры.

Кишл. Талдык. В зимнее время в районе поста наблюдаются заторы льда.

Аул Темирбай. В 2 км выше поста возможно образование заторов льда и зажоров.

Кишл. Заир (пр. Акдарья). Вследствие сужения русла в 5 км ниже водпоста наблюдаются заторы льда.

Как видим, участки всех постов подвержены заторам и зажорам, причем большею частью эти явления почему-то бывают ниже поста. Не потому ли, что ссылкой на затор или зажор можно объяснить существенные повышения уровня воды без увеличения расхода? Если верить этим записям, то, экстраполируя, можно сделать вывод, что вся Амударья в любом ее месте подвержена заторно-зажорным явлениям. Это относится к той части Амударьи, которая лежит ниже поста Дарган-Ата; на выше расположенных постах, по «Описаниям», нет заторов и зажоров. Это, конечно, не значит, что там не бывали и не могут быть эти явления. Известен затор (зажор) у Термеза в январе 1949 г., а у Чарджоу в 1969 г. заторы и зажоры были прямо-таки катастрофические. «Неспокойный» характер изменения уровня в ряде зим наблюдался в Керках и Чарджоу и на других постах верхнего течения Амударьи, указывая на существование заторно-зажорных явлений на постах или между постами. Все это заставляет нас считать Амударью зажорно-заторной рекой на всем протяжении от устья Вахша до Аральского моря.

Гидрологические ежегодники, а до 1935 г. «Сведения об уровне воды» [22, 23] представляют собою наиболее доступные источники гидрологических сведений, причем источники авторитетные. Поэтому прежде всего обратимся к ним, а именно к ежегодным таблицам ежедневных значений уровня, где в числе прочих элементов помещаются и сведения о заторах и зажорах.

Оказалось, что по Амударье до 1933 г. включительно, а также за 1940—1942, 1944—1948 гг., эти сведения вовсе отсутствуют, а за остальные 22 года (по 1965 г. включительно) они были редки; один—два случая на пост за весь период наблюдений (табл. 4, приложение 2). Почти все они отмечались либо ниже поста, либо без указания места и, по-видимому, служили объяснением причин повышения уровня на посту. Выше поста зажоры были отмечены всего два раза — в дельте. Кроме заторов и зажоров в табл. 4 попутно дана сводка других явлений, которые попадались в подвалах и внутри годовых таблиц ежегодников. Изредка отмечались ледоход, если он был ночью, подвижки, вода на льду, а также закраины и полыньи. Последние почти каждую зиму стали отмечаться на постах дельты Амударьи. Вообще эти явления отмечаются явно недостаточно, например, на посту Чатлы они ни разу не были отмечены, тогда как в Кипчаке их было 11. Даже основное ледовое явление — ледостав — отмечалось нерегулярно на некоторых постах (Чарджоу и др.), особенно в ранние годы. Кроме того, наблюдения на постах, будучи точечными, не всегда оказывались

Таблица 4

Число записей в ежегодниках о ледовых явлениях на постах Амударьи с 1936 г. по 1965 г. включительно

Пост	Сведения под таблицами										Сведения внутри таблиц				Всего
	затор			зажор			зак-ран-ны	ледо-ход	попы-пы	всего	за-жор	за-тор	под-виж-ка	вода по-верх льда	
	выше поста	ниже поста	на посту	выше поста	ниже поста	на посту									
Термез					1					1				1	1
Данишер			1						1	2			2		2
Тюямуюн			1			1			2	4			2	1	3
Ташсака		2								2	1		2	1	4
Турткуль					1			1		2					
Карамышташ					1				2	3				1	1
Кипчак		1							2	3			8	3	11
Чатлы			2					1	7	10					
Сумма по 8 пос-там дельты	2	1	3				3	2	45	56			13	2	15
Всего	2	4	7	0	3	1	3	4	59	83	1		28	8	37

достаточно репрезентативными; поэтому об отсутствии или наличии на участке поста ледостава нередко приходилось судить по ходу и величине уровня воды, который характеризует состояние реки не только в точке, но и на некотором участке.

Отмеченные в ежегодниках заторы и зажоры обычно не сопровождаются выдающимися уровнями воды на посту. Так, на посту Чатлы из двух отмеченных заторов одному отвечал седьмой, а другому двенадцатый по счету уровень в сорокалетнем убывающем ряду высших зимних уровней; соответственно на посту Ташсака — второй и тринадцатый в тринадцатилетнем ряду. Сами записи вызывают сомнение; например, один из заторов в Чатлах показан длящийся с 1 января по 20 марта 1949 г., другой — с 24 по 31 декабря 1949 г.; сомнительны круглые даты (в 1948 и 1950 гг. заторов не отмечено).

На постах Кипчак и Кызылджар подвижки льда с 1959 г. наблюдались почти ежегодно, что давало основание для сравнения этих явлений с уровнем воды. Оказалось, что уровень воды безразличен к подвижкам: из 11 случаев 5 подвижек пришлось на спад, 3 — на подъем и 3 — на ровный ход уровня; 10 подвижек наблюдались в последний день с ледоставом и одна (в Кипчаке) на четвертый день ледостава и сопровождалась подъемом уровня на 10 см за день, а сам уровень (335 км) выдающимся не был (ниже среднего из высших зимних уровней).

У нас создалось впечатление, что записи о заторах, подвижках и т. п. явлениях, встречающиеся в гидрологических ежегодниках, являются случайными, не заслуживающими серьезного внимания, хотя в общей массе раскрывают некоторые черты режима реки.

Отдельно были рассмотрены полыньи, которые представляют важный элемент ландшафта покрытой льдом реки и существенно влияют на уровень воды. Полыньи-разводья появляются в начале ледостава, когда ледяной покров бывает представлен пунктиром ледяных перемычек; полыньи-промоины, направленные по стрежню реки, существуют всю зиму, увеличиваясь в числе и размерах при потеплении и уменьшаясь при похолоданиях. Иногда полыньи на отдельных участках достигают столь большой ширины, что ледяной покров кажется более похожим на широкие забереги, чем на ледостав. Считается [7], что полыньи являются фабриками шуги, которая при холодах увеличивает зажорность и тем самым вызывает повышение уровня воды в реке. Возможно также, что дело тут не столько в шуге, сколько в размерах и числе полыней. При похолоданиях число и размеры полыней уменьшаются, лед начинает оказывать большее сопротивление течению воды, уровень повышается. Наоборот, при потеплениях полыньи в числе и размерах увеличиваются, сопротивление льда уменьшается, уровень воды падает. Эти морфометрические сведения о полынях были получены по наблюдениям с воздуха, поэтому интересно было бы узнать, что говорят об этом наземные наблюдения на постах (приложение. 2).

Если исключить некоторые сомнительные случаи, когда полыньи «исчезают» 31 декабря и «появляются» 1 января, а также сведения

по посту Техник-аул, расположенному на почти отмершем протоке, то можно прийти к следующему выводу: в дельте реки в большинстве случаев полыньи на посту наблюдались всю зиму, т. е. от установления ледостава до вскрытия реки. Этот вывод подтверждают аэровизуальные наблюдения о широком распространении и постоянстве полыней на р. Амударье, по крайней мере, в ее дельтовой части.

Материалы гидрологических ежегодников не позволяют сделать надежные выводы о влиянии размеров полыней на уровень воды.

4. О ПРИРОДЕ ЗАЖОРОВ И ЗАТОРОВ И СВЯЗЬ ИХ С УРОВНЕМ ВОДЫ

Термин «затор» определяется как «нагромождение поверхностного битого льда в русле реки, сопровождающееся уменьшением живого сечения русла и повышением уровня воды в водотоке выше данного нагромождения» [5]. Это определение дано ВНИИГ в 1966 г. Согласно тому же источнику [5], «зажор — скопление шуги в русле реки, сопровождающееся забивкой некоторой части живого сечения и повышением уровня воды. Частично в состав зазора могут входить отдельные льдины, снежура. «Голова» зазора — участок зазора на месте его первоначального образования, расположенный ниже по течению; «хвост» зазора — участок в конце его, расположенный выше по течению». Различие между двумя этими определениями состоит в том, что слова «нагромождение поверхностного битого льда в русле» заменяется словами «скопление шуги в русле».

Значит, общее, одинаковое в заторе и зазоре — стеснение русла реки льдом, сопровождающееся повышением уровня воды в водотоке, а частное, разное — вид льда. Сказанное о сходстве и различии затора и зазора особенно рельефно проявляется в определениях ГГИ [16]. Они следующие.

«Затор представляет собой скопление льда в русле, стесняющее живое сечение реки и вызывающее подъем уровня воды в месте скопления и на некотором участке выше его. Скопление в заторе состоит преимущественно из крупно- и мелкобитых льдин».

«Зажором льда называется скопление рыхлого ледяного материала в русле, стесняющее живое сечение реки и вызывающее подъем уровня в месте скопления и на некотором участке выше его... Скопление льда в зазоре в основном состоит из шуги и мелкобитых льдин».

Как видно, различие между затором и зазором, по определению, заключается лишь во фракционном составе льда. Само определение страдает неточностью, так как в нем не отражена количественная сторона вопроса. Можно, например, считать, что затор и зазор выражают некоторые крайние состояния ледяного скопления, между которыми заключено множество других состояний. Под эти определения можно подвести и обычный ледостав как скопле-

ние льда в русле в виде ледяной коры, плавающей на поверхности воды, стесняющее живое сечение реки и вызывающее подъем уровня воды. Если под ледяной корой имеется скопление рыхлого ледяного материала, то будем иметь зажор, если же ледяной материал состоит преимущественно из крупно- и мелкобитых льдин, то — затор.

Приведенные определения могут вызвать кривотолки; например, можно представить случай, когда один рукав реки, разделенной островом, забит шугой, другой свободен ото льда. По определению, нельзя считать, что в первом рукаве сосредоточился зажор, так как подъем уровня воды отсутствует. Тогда что это такое?

В определении заторы понимаются статически, в условиях же Амударьи существуют динамические заторы, неотъемлемым свойством которых является водяной вал, или паводок вскрытия, сопровождающий кромку льда, о чем уже упоминалось выше. Этот паводок не приходит сверху, из водосбора, а рождается на месте за счет освобождения аккумулированной ранее воды в русле в результате разрушения ледяного покрова и превращения его из неподвижного в движущийся. Затор создается не фактом остановки движущегося доселе льда у какого-либо препятствия, как до сих пор считается, а фактом перехода в движение до этого неподвижного ледяного покрова на большом протяжении. Представим себе, что ледяной покров на протяжении 100 км представлен несколькими ледяными перемычками.

Пусть самая верхняя ледяная перемычка длиной e и шириной B создавала подпор h и таким образом связывала объем воды eBh . По какой-то причине произошел срыв и разрушение перемычки, лед пришел в движение со скоростью v ; образовался паводок из воды и льда с дополнительным расходом Bhv .

Если взять вполне возможные значения $e = 3$ км, $B = 800$ м, $h = 1$ м, $v = 0,5$ м/с, то получим объем паводка $2\,400\,000$ м³ и расход $Bhv = 400$ м³/с.

Подойдя к следующей перемычке, этот объем сжимается в длину и расширяется в высоту, отчего уровень в зоне второй перемычки повышается, а скорость движения льдин и воды уменьшается. Если перемычка, не выдержав напора, разрушается, то все повторяется сначала, но при большей массе воды и льда, пришедшей в движение.

Так начинается и развивается паводок вскрытия. Явление вскрытия принимает лавинообразный характер и продолжается до тех пор, пока не встретится достаточно прочный ледяной покров, способный противостоять паводку вскрытия. Часто это случается при наступлении похолодания.

При остановке льда паводок вскрытия, сопровождавший кромку льда, покидает ее и уходит вперед под ледяным покровом. Уровень воды в поршнеподобном теле затора держится повышенным вследствие повышенной «вязкости» смеси вода-лед. Наивысшего значения уровень воды достигает в момент остановки поршня-затора, когда «вязкость» станет наибольшая, при условии, что и расход

воды близок к максимальному. Осуществляется ли когда-либо это условие — остается неизвестным.

Паводок вскрытия на Амударье прослеживается подо льдом до самого устья и некоторыми авторами объясняется как результат прорыва затора. На самом деле это результат освобождения воды от связывающего ее ледяного покрова на большом протяжении реки. Подпор от затора распространяется вверх не больше чем на 10—12 км, зарегулированный объем воды невелик, и при прорыве затора не может быть освобождено столько воды, сколько ее освобождается в момент вскрытия реки на протяжении 100 км и плюс те же 10—20 километров, образующих подпорный хвост последней ледяной перемычки. Похожий случай наблюдался в марте 1951 г. и был рассмотрен нами в работе 1958 г. [12].

Паводок вскрытия оставляет кромку льда не в конце процесса и не сразу; это происходит на всем пути движения льдин, как только случается торможение последних, так как вода, вздуваясь, начинает пронизывать скопление льдин, замедлившее движение.

В вышеприведенных определениях упущен важный элемент: затор это не просто скопление льда, а скопление, связанное с замедлением или остановкой путем заклинивания движущихся льдин и льдинок. Для сравнения можно привести заторы автомашин на перекрестке, людей в воротах стадиона и т. д. В этом отношении зажор может отличаться от затора тем, что он возникает не путем насильственного торможения льдин, а путем спокойного отложения ледяного наноса под льдом.

В заторах льда, автомобилей и т. п. полезно видеть не только вещество затора (льдины, машины, люди), а и процесс, ситуацию, фазу движения. В таком случае скопление, нагромождение льда можно будет назвать телом затора, которое может находиться как в покое, так и в движении.

Во всем этом потребителя интересует почти только уровень воды и место, где этот уровень поднялся высоко, уровень же зависит от степени торможения воды льдинами, степени торможения льдин берегами и дном, от того, насколько льдины стесняют русло, закрывая живое сечение реки. Все это меняется от свободного безнапорного течения воды до полного перекрытия реки глухой плотиной льда. Поэтому вернее говорить не о заторах и зажорах, а о разной степени стеснения русла, степени заторности или зажорности и характеризовать эту степень высотой уровня воды. Это нас заставляет делать и отсутствие необходимых сведений о ледовом состоянии реки в тех записях, которыми мы пользуемся при изучении причин наводнений.

О местах заторов наземные наблюдатели судят по местам выхода воды из берегов, по торошению льда. Воздушные наблюдатели различают лед гладкий, шероховатый и сильно шероховатый, первый свидетельствует о спокойном замерзании реки, это — лед заберегов, полыней и разводий (замерзшие промежутки чистой воды между первоначальными элементами прерывистого ледостава — ледяными перемычками); второй представляет замерзшую шуго-

вую «дорожку» и головную (переднюю) часть ледяной перемычки; третий — явный затор.

Свежую, еще короткую ледяную перемычку бортнаблюдатели часто называют зажором, а ее переднюю часть — головой зажора. По нашим наблюдениям на р. Сырдарье [11], ледяные перемычки образуются из медленно движущихся сгущений шуги (зародышей перемычек), образующихся обычно в излучинах реки. Сверху зародыш питается транзитной шугой, снизу от него отрываются пласты слипшейся и смерзшейся шуги, после чего тело зародыша, лишившись опоры, несколько смещается вниз до упора в изгибающийся здесь берег; так продолжается до тех пор, пока зародыш окончательно не закрепится в излучине, превратившись в ледяную перемычку. Отрывающиеся от зародыша пласты шуги разрываются на части — лавы, представляющие слипшиеся шуговые круги. Образованию зародыша ледяной перемычки способствует подпор от нижерасположенной ранее возникшей перемычки [11, 13]. Ледяная перемычка, пока она короткая, а река под нею глубокая, значительную часть шуги пропускает под собой. При удлинении же ее все большая часть шуги остается под и перед перемычкой.

Невозможность правильно указать на затор или зажор при отсутствии обобщающего термина создает трудность в изложении. В дальнейшем мы будем говорить о зажорных явлениях, когда будет речь идти о процессах осеннего типа, т. е. о процессах замерзания реки, и о заторных явлениях, когда речь пойдет о весенних процессах, т. е. о процессах вскрытия реки. В сомнительных случаях будем говорить о заторно-зажорных явлениях.

В объяснении механизма образования затора большое значение придается скорости движения льдин. Действительно, на стр. 34 «Методических рекомендаций» [16] читаем: «из-за стеснения русла льдом уровень воды в реке повышается. Существенно, что повышение уровня происходит также на некотором участке реки выше места стеснения, т. е. в зоне подпора. Скорость течения в зоне подпора уменьшается, и приплывающие сверху льдины обладают меньшей живой силой. Торошение льда постепенно ослабевает и затем прекращается. Процесс формирования затора льда на этом заканчивается».

Дело не в живой силе льдин, а во влекущей силе потока, которая действует как на данную льдину, так и на льдины, нажимающие на нее сзади и с боков. Отдельно плывущая льдина подбегает к кромке неподвижного ледяного поля потому, что ее влечет туда текущая вода. Подойдя к кромке льда, льдина останавливается, потеряв всю энергию поступательного движения. Затем под напором воды она постепенно наплзает на ледяной покров, так что ее передняя часть все более приподнимается, а задняя погружается в воду. Так продолжается до тех пор, пока плоскость льдины не станет отвесной, после чего льдина перевертывается и в перевернутом виде уходит под лед. Когда ледяной покров достаточно прочен, а река глубока, процесс наслоения льдин одна под другой может пойти довольно далеко.

К глухой плотине вода не течет, точнее, почти не течет, поэтому не идут к ней свободные льдины. Если же они все же идут к плотине, то только под напором вышележащих льдин, которые еще подвергаются действию текущей воды. Но затор не является глухой плотиной, в нем всегда имеются отверстия, куда устремляется вода и находящиеся в ней льдины. Если льдины не идут к затору, то это значит, что или льдин нет или вода выше затора, продолжая прибывать, разливается в сторону, затапливая берега.

Отдельная, небольшая, быстро движущаяся льдина вплотную к берегу не приближается даже на крутых поворотах. Если же такая льдина оказалась на берегу, то это произошло не потому, что она по инерции выскочила на берег, а потому, что ее выдавили на берег другие льдины.

5. УРОВЕНЬ ВОДЫ КАК МЕРА ОПАСНОСТИ НАВОДНЕНИЯ И СТЕПЕНИ СТЕСНЕНИЯ РУСЛА

Как указывалось ранее, на Амударье, как и на Сырдарье, с наступлением ледостава в створе поста (или несколько ниже его) уровень воды повышается и держится относительно высоким до вскрытия, совершая в течение зимы колебания, иногда довольно значительные.

Колебания уровня воды на посту вызываются, главным образом, двумя причинами: изменением степени стеснения русла в районе поста и изменением расхода воды в реке выше поста. Если стеснение русла (например, зажорное) остается неизменным, то уровень воды следует за изменением расхода воды. Чаше же всего степень стеснения русла не остается неизменной, следствием чего является исчезновение связи между расходом и уровнем при ледоставе. При неизменном расходе воды можно было бы ожидать аналогичной связи уровня со степенью стесненности русла. Однако получить такую связь нельзя из-за отсутствия измерений последней величины; даже неизвестно, как ее измерять. О стесненности русла ледовыми образованиями судят по величине и изменению уровня воды, особенно по высоте высшего уровня на посту. Высший уровень воды мог бы являться хорошей характеристикой стесненности русла, в частности, при заторах льда, если бы заторы всегда образовывались в одном и том же месте и притом несколько ниже поста, чего на самом деле не бывает. Можно было бы определить степень стеснения или стесненность русла как отношение площадей двух водных сечений реки, соответствующих двум равным расходам воды: одного при ледоставе, другого при открытом русле. Однако такое определение было бы бесполезным, так как при ледяном покрове расход воды в Амударье не может быть определен с достаточной точностью; поэтому вычисленная стесненность русла оказалась бы весьма нерепрезентативной, а поэтому бесполезной величиной.

Высший уровень на посту представляет наибольший интерес как мера степени опасности наводнений, но опять-таки в районе

поста; два одинаковых по мощности затора, случившиеся один ниже, другой выше поста, один ближе, другой дальше от поста, вызовут разное повышение уровня на посту.

Однако практика показывает, что высший уровень на посту обычно является довольно хорошей характеристикой стесненности русла и степени опасности наводнений или мощности заторов (зажоров), и им чисто пользуются. В последнем качестве [21] применяют обычно не сам высший уровень $H^{(w)}$, а его превышение $H^{(w)} - H^{(0)}$ над предшествующим низким уровнем $H^{(0)}$, хотя некоторые исследователи [9] предпочитают иметь дело с абсолютной величиной высшего уровня $H^{(w)}$. К этому же склоняемся и мы, предпочитая иметь дело с той величиной, которая является предметом наших исследований, а не с комбинациями ее с другими величинами. В данном случае такой величиной является высший уровень, так как именно им определяется выход реки из берегов, а не превышением его над каким-то другим переменным уровнем, часто малорепрезентативным и неопределенным.

Итак основными гидрометеорологическими факторами, которые определяют, быть или не быть наводнению, являются степень стеснения русла льдом и расход воды в реке. Оба они отражаются в высоте подъема уровня воды, которая и определяет выход реки из берегов и затопление местности. Чтобы предсказать возможность наводнения, нам достаточно предсказать или хотя бы знать высоту уровня воды в реке, переход же от уровня воды к возможности наводнений не представляет труда. Ледовые явления сами по себе непосредственного отношения к наводнениям не имеют, но о них мы говорим потому, что они являются одной из двух главных причин, определяющих колебания уровня. По сведениям о них мы надеемся получить метод предсказания уровня.

Говоря об уровне и ледовых явлениях, мы предполагаем, что знаем их на всем протяжении опасного участка реки за весь опасный промежуток времени. На самом деле эти сведения имеются только для гидрологических постов, отстоящих друг от друга на десятки, а то и сотни километров, и то только за один — два срока суток. Кроме того, наблюдения на постах не везде и не всегда обладают достаточными качеством, полнотой и репрезентативностью. В этом отношении наблюдения над уровнем наиболее полны и надежны.

Чуткое реагирование уровня воды на стеснение русла льдом и наличие характерных признаков наступления ледостава дало возможность по уровню воды определять время наступления ледостава на постах, где наблюдений над ледовыми явлениями не было. Это совместно с корреспондентскими сведениями о чрезвычайных явлениях позволило распространить сводку об ежегодном положении кромки льда на Амударье до 1886 г. (табл. 5, приложение 3) и подсчитать число зим с зажорными подъемами уровня воды на разных расстояниях от устья (рис. 2).

В двух последних графах приложения 3 даны (в километрах от устья) границы интервалов, внутри которых должна была нахо-

Наивысшее местоположение (расстояние от устья, км)
кромки льда на Амударье

Годы	Кромка льда была		Годы	Кромка льда была		Годы	Кромка льда была	
	выше	ниже		выше	ниже		выше	ниже
1886/87	—	820	1918/19	820	1045	1950/51	668	668
87/88	—	820	19/20	1045	1065	51/52	268	268
88/89	820	820	20/21	458	820	52/53	510	510
89/90	(442)	820	21/22	—	820	53/54	458	519
90/91	820	1045	22/23	442	820	54/55	458	519
91/92	—	1045	23/24	442	820	55/56	564	564
92/93	820	820	24/25	—	442	56/57	680	680
93/94	(442)	820	25/26	—	442	57/58	175	202
94/95	820	—	26/27	820	820	58/59	410	442
95/96	—	(519)	27/28	458	820	59/60	593	593
96/97	820	—	28/29	1065	1276	60/61	376	376
97/98	458	820	29/30	1065	1276	61/62	320	320
98/99	—	(519)	30/31	820	820	62/63	420	420
99/1900	820	—	31/32	304	442	63/64	687	687
1900/01	(442)	820	32/33	820	1045	64/65	520	520
01/02	—	(519)	33/34	458	820	65/66	230	230
02/03	—	(519)	34/35	458	820	66/67	680	680
03/04	1045	—	35/36	458	820	67/68	570	570
04/05	442	820	36/37	458	519	68/69	1000	1000
05/06	(442)	—	37/38	519	750	69/70	385	385
06/07	820	—	38/39	519	820	70/71	442	458
07/08	(442)	820	39/40	411	442	71/72	1045	1100
08/09	441	820	40/41	304	411			
09/10	—	820	41/42	411	442			
10/11	519	820	42/43	519	750			
11/12	—	519	43/44	230	283			
12/13	232	442	44/45	442	750			
13/14	—	232	45/46	442	442			
14/15	519	820	46/47	519	820			
15/16	230	519	47/48	442	442			
16/17	230	304	48/49	1291	1291			
17/18	—	820	49/50	750	750			

даться кромка ледостава. Для зим последнего времени положение кромки льда удавалось с помощью авиаразведок находить вполне определенно, тогда в этих графах ставилось одно и то же число. Несколько положений кромки льда было найдено с помощью анализа графиков колебаний уровня воды. Это удавалось сделать, если ход уровня воды говорил о кратковременности ледостава, когда кромка льда не могла успеть заметно удалиться вверх от поста.

Оказалось (рис. 2), что в 3/4 зим ледостав и зажорные подъемы уровня бывают на 440 км от устья (пост Ташсака), в половине зим ледостав бывает на 540 км, у Данишера, в 25% зим — на 770 км, между Ильчиком и Чарджоу. График показывает закономерное убывание числа зим с ледоставом с удалением от устья реки.

6. ЕСТЕСТВЕННОЕ РУСЛОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НА АМУДАРЬЕ ЗИМОЙ

В работах [12, 14] было показано, что на Амударье и Сырдарье при ледоставе отмечаются большие колебания расхода воды, не связанные с изменением поступления воды из водосбора; они объясняются перераспределением воды между участками реки и связаны главным образом с движением кромки льда вдоль по реке. Когда на данном посту устанавливается ледостав, уровень воды на посту сильно повышается и держится высоким до вскрытия, после чего он возвращается в исходное положение или близкое к

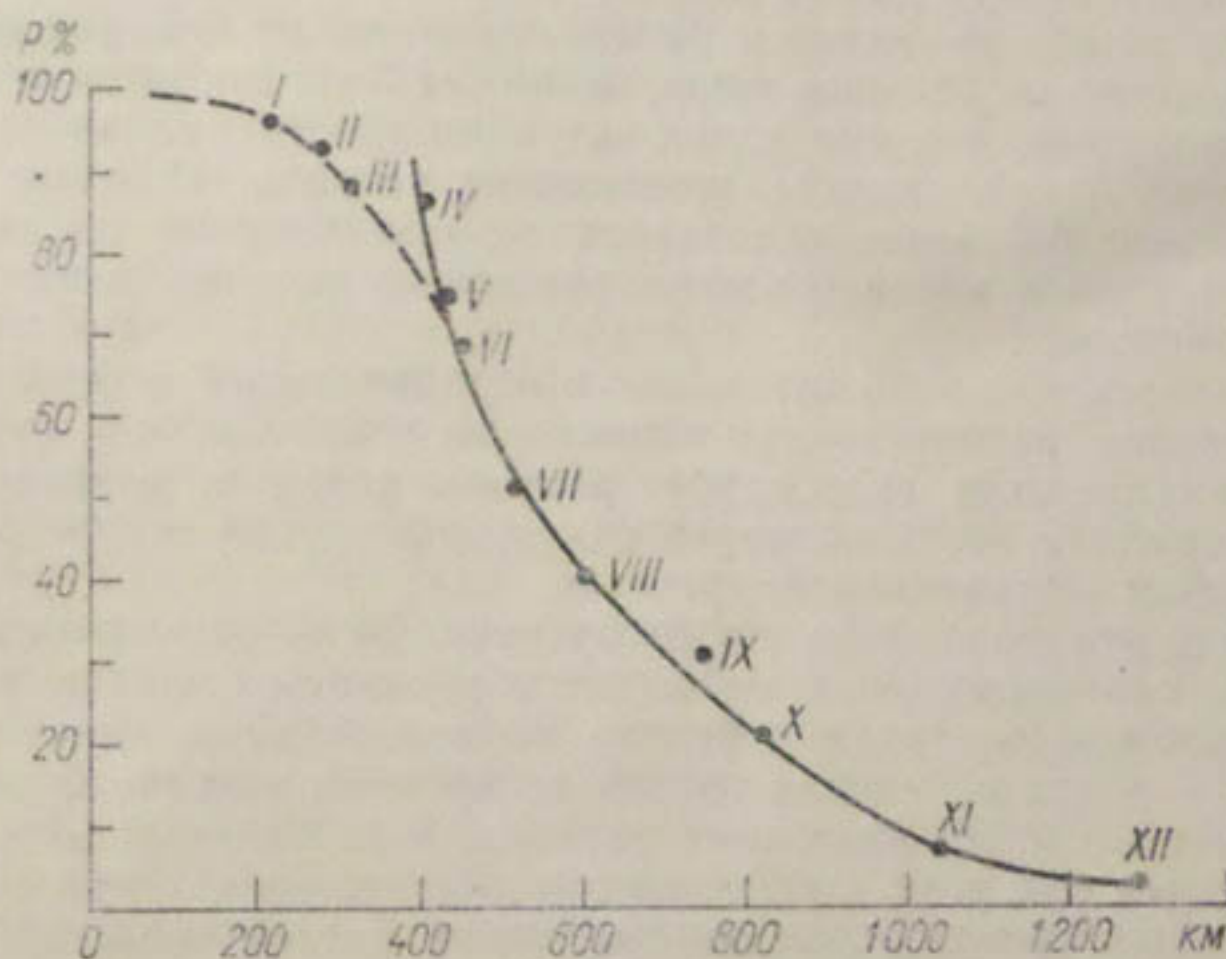


Рис. 2. Повторяемость (%) зим с ледоставом за период 1886—1972 гг. в зависимости от расстояния поста от устья р. Амударьи.

I — Чатлы, II — Кичак, III — Карамышташ, IV — Турткуль, V — Ташсака, VI — Тюймуюн, VII — Данишер, VIII — Дарган-Ата, IX — Ильчик, X — Чарджоу, XI — Керки, XII — Термез.

нему. На этих текущих на север реках замерзание распространяется снизу вверх и вскрытие — сверху вниз путем движения кромки льда вверх при похолоданиях и вниз — при потеплениях. В работах [12] и [14] была дана простейшая теория этого вопроса и предложена формула, связывающая изменение расхода воды на данном посту (за счет естественного руслового регулирования) со скоростью движения кромки льда w , скоростью течения v и изменением площади водного сечения ω .

Это спонтанное изменение расхода воды на обеих реках выражено настолько отчетливо, что сомневаться в нем не приходится; например, на постах нижнего течения Сырдарьи расход ежегодно

уменьшается примерно вдвое при замерзании реки и также вдвое увеличивается при вскрытии ее. Столь отчетливому проявлению самопроизвольного изменения расхода по длине реки и во времени способствует большая длина бесприточных участков (около 1500 км) и неустойчивая зима, обеспечивающая движение кромки льда то вверх, то вниз по течению.

Однако указанное явление оказалось не столь простым, как можно было бы подумать, так как связано со многими неучитываемыми факторами, о которых мы не будем распространяться; отметим лишь, что благодаря им мы до настоящего времени не имеем сколько-нибудь правдоподобных сведений об ежедневных расходах воды в Амударье зимой [18].

Связь между уровнями и расходами воды, по которой определяют ежедневные расходы воды, не может быть достаточно тесной хотя бы потому, что при одних ситуациях росту уровня отвечает увеличение, а при других — уменьшение расхода. Поэтому желательно было бы вовсе отказаться от привлечения ежедневных расходов воды к анализу рассматриваемого явления, и это оказалось возможным.

Оказалось, что положительные и отрицательные формы гидрографа уровня распространяются вниз по реке так, как будто бы они принадлежали гидрографу расхода воды, т. е. гидрограф уровня нижнего поста копирует гидрограф уровня верхнего поста с некоторым отставанием во времени.

С виду это положение противоречиво. Ведь рельеф поверхности воды самопроизвольно не может передаваться вниз по реке на сотни километров; такая передача возможна лишь через расход воды, т. е. когда изменения уровня во времени или по длине реки выражают такие же изменения расхода. В действительности это и наблюдается при реке, свободной ото льда, тогда как при ледоставе изменения уровня отражают не только расход воды, но еще и степень стеснения русла ледяным покровом и подледной шугой. Последняя же причина вызывает не только повышение уровня на посту, но и уменьшение расхода и, следовательно, падение уровня ниже по течению. Так что рост уровня на верхнем посту может сопровождаться не ростом, а падением уровня на нижележащих постах в течение некоторого времени, пока не будут заполнены русловые и пойменные емкости и расход воды, а с ним и уровень, не восстановится.

Значит, нам придется различать повышение и понижение уровня воды подпорного, расходного и смешанного происхождения, перемещающиеся вдоль по реке с разными скоростями. Чисто подпорные формы рельефа гидрографа осенью перемещаются с отрицательной (вверх по реке), а весной с положительной (вниз по реке) скоростью, зависящей от погоды. Расходные формы перемещаются только с положительной скоростью (т. е. только вниз), зависящей от скорости течения воды подо льдом. Наибольшую трудность для распознавания представляет относительное движение неодинаковых форм. Это перемещение расходной формы отно-

сительно подпорной, расходной относительно смешанной, подпорной относительно смешанной, смешанной относительно смешанной. Ниже мы займемся выбором соответствующих форм и выяснения законов, ими управляющих.

Однако вернемся к утверждению, что положительные и отрицательные формы гидрографа уровня распространяются вниз по реке так, как будто бы они относились к гидрографу расхода, т. е. гидрограф нижнего поста копирует гидрограф верхнего с некоторым отставанием во времени.

На рис. 3 показано продвижение вниз по реке исторического «паводка», зафиксированного на посту Чарджоу в середине января 1969 г. и прошедшего подо льдом по всей реке до Аральского моря в воде хорошо выраженной волны. Правее там же показано движение второго «паводка», сформировавшегося также в Чарджоу и также сохранившего свою форму до моря. Зародыш второго паводка можно обнаружить еще в Термезе, чего нельзя сказать про первый паводок, который из водосбора не пришел, а сформировался на месте как бы из ничего. С большой натяжкой в Термезе можно обнаружить такой же зародыш и для первого паводка, но он настолько мал, что в лучшем случае может служить лишь указанием на погоду, создавшую этот «паводок», но никак не приход из водосбора большего и притом настоящего паводка.

Наряду с двумя описанными были исследованы все остальные паводки зимы 1968—1969 гг. Все они также закономерно распространялись вниз по реке, как и описанный паводок, о чем свидетельствует рис. 4, построенный по пикам и впадинам на основании табл. 6.

Аналогичное можно проследить в другие зимы. Эти и подобные таблицы и графики показывают, что движение пиков и впадин часто оказывается за-

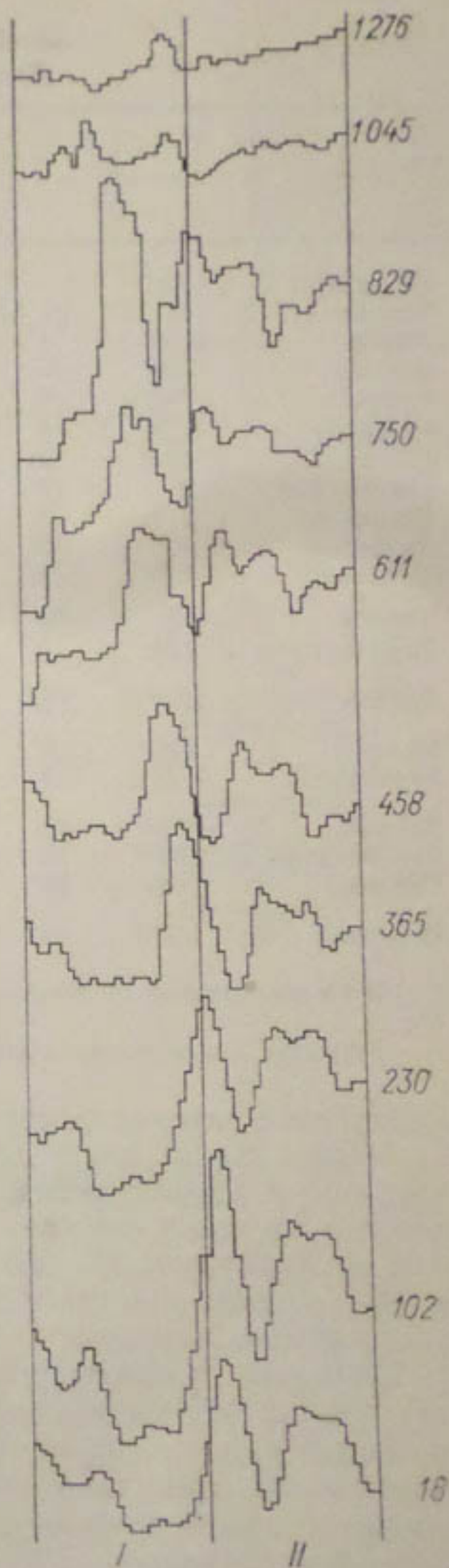


Рис. 3. Движение уровня форм в январе—феврале 1969 г. по р. Амударье.

Движение пиков (п) и впадин (в) в ходе уровня воды

Пост	км	в. 4	п. 4	п. 3	в. 3	п. 2	в. 2	п. 1	х
Айвадж	1400								
Термез	1276	4 XII	6 XII	14 XII	17 XII	21 XII			
Келиф	1163	4	7	14	18	22			
Бассага	1100	5	8	15	19	21—22			
Керки	1045	6	8—9	16	20	23			
Чарджоу	820	7	11	18	23	26			
Ильчик	750	9	12	19	23	27—28	4 I		
Дарган-Ата	611	10	15	20	23—25	27	3	5 I	
Данишер	519	10	14	21	23	31	2	4	
Тюямуюн	458	12	15	21	26	30	31 XII	1	7—
Ташсака	442	12	15	23	26	30	31	1	8
Коккуз	365	13	16	23	27	31	1 I	2	10
Карамышташ	304	13	16	22	25	29	Рейку сломало		
Кинчак	283	14	16—17	23	28	30	2	6	11
Чатлы	230	15		24	26	29	3	7—8	13
Тахъятас	173	15		24	26	28	4	9	14
Таушан	128	15		22		27	6	11	16
Кызылджар	102	13				26	6	11	17
Байгужа	66	15				25	5—6	11	17
Темирбай	18	16				25	7	11	19

Примечания: 1) Жирная линия — кромка льда. 2) п. 3 — пик номер «минус» и т. д.

Вскрытие почти всюду произошло на пятом пике, т. е. кромка льда двигалась

закономернее, чем распространение вдоль по реке ледовых фаз.

Определим скорость движения этих зимних паводков. Применительно к расположению точек на графике (рис. 4) река была разбита на три участка — выше Чарджоу ($l > 820$ км), от Чарджоу до Коккуза (820—360 км) и от Коккуза до устья (360—0 км) и для каждого участка в табл. 7 выведена средняя скорость движения зимних паводков.

Наименее закономерно распределена скорость на первом участке, где пики и впадины проявляются не очень отчетливо. Это открытый участок, на нем и скорость (около 90 км/сутки) наибольшая и примерно такая же, как на Сырдарье. На самом нижнем участке скорость течения под льдом (62 км/сутки) несколько больше, чем на втором (56 км/сутки). Для нижнего течения Сырдарьи скорость течения была принята равной 70 км/сутки.

При продвижении «паводков» вниз происходит их разделение: впадины расширяются, а пики сужаются. Это относится к крупным образованиям, мелкие же образования, наоборот, исчезают, как бы поглощаясь более крупными.

Таблица 6

р. Амударье зимой 1968/69 г.

п. 0	в. 0	п. 1	в. 1	п. 2	в. 2	п. 3	в. 3	п. 4	п. 5	в. 4	Последний день с ледст
		10 I	22 I	24 I				25 II	2—3 III	5 III	
			23	26	1 II	2—3 II		26	4	7	
			24	26				27—28	5	8	
3 I		12 I	25	26—29	2—3	4—8		28	6	8	
		14	23	27	2	9		28	6	10	
		16	25	30	4	9—11	14 II	3 III	8	11	4 III
		19	30	2 II	5—6	12	15	4—5		11—12	8
10 I	14 I	21	31	4	8	13	17—18	7	10	12—13	9
	16	23	1 II	6—8	10	14	19	8	11	13—14	11
13	16	24	2	7	11—12	14—15	20	9—10	12	13—14	
13	17	25	2	7—8	11	15	20	10	12	15	10
16	22	27	6	10	16	18	22	11—12	13		13
17	21	29	5	11	13—14	17	23	13	14—15	17	11
18	23	31	6	12	15	18	23	15	17	19	19
20	23	31—1	7—8	13	15—16	19	24	15			15
20	23	31	9	11—20			25		20	23	19
21	24	2 II	8—9	14	17	19—20	25	18	20—21	23	21
22	24	2	9	14—15	17	20	26	18	21	24	20
23	25	2	9	15			26	18	20	24	24

3», в. 3 — впадина номер «минус 3», п. 0 — пик номер нуль, в. 0 — впадина номер нуль
паре с водяным валом.

Таблица 7

Скорости движения пиков (п) и впадин (в) на трех участках,
обозначенных расстояниями от устья 1969 г.

№ пика (п) или впадины (в)	Дата прохаживания длина фазы на 400 км	Скорость (км/сут.) на участке			№ пика (п) или впадины (в)	Дата прохаживания длина фазы на 400 км	Скорость (км/сут.) на участке		
		$t \wedge 820$	$t \equiv 820 - 320$	$t \equiv 320 - 0$			$t \wedge 820$	$t \equiv 820 - 320$	$t \equiv 320 - 0$
п 1	26 I	78	46	52	п 4	11 III	100	54	—
в 1	3 II	80	46	56	п 5	13 III	108	58	74
п 2	9 II	80	47	64	в 4	15 III	116	72	—
в 2	12 II	120	53	60	Средняя		108	61	—
п 3	16 II	75	75	75					
в 3	21 II	87	67	67					
Средняя		87	56	62					

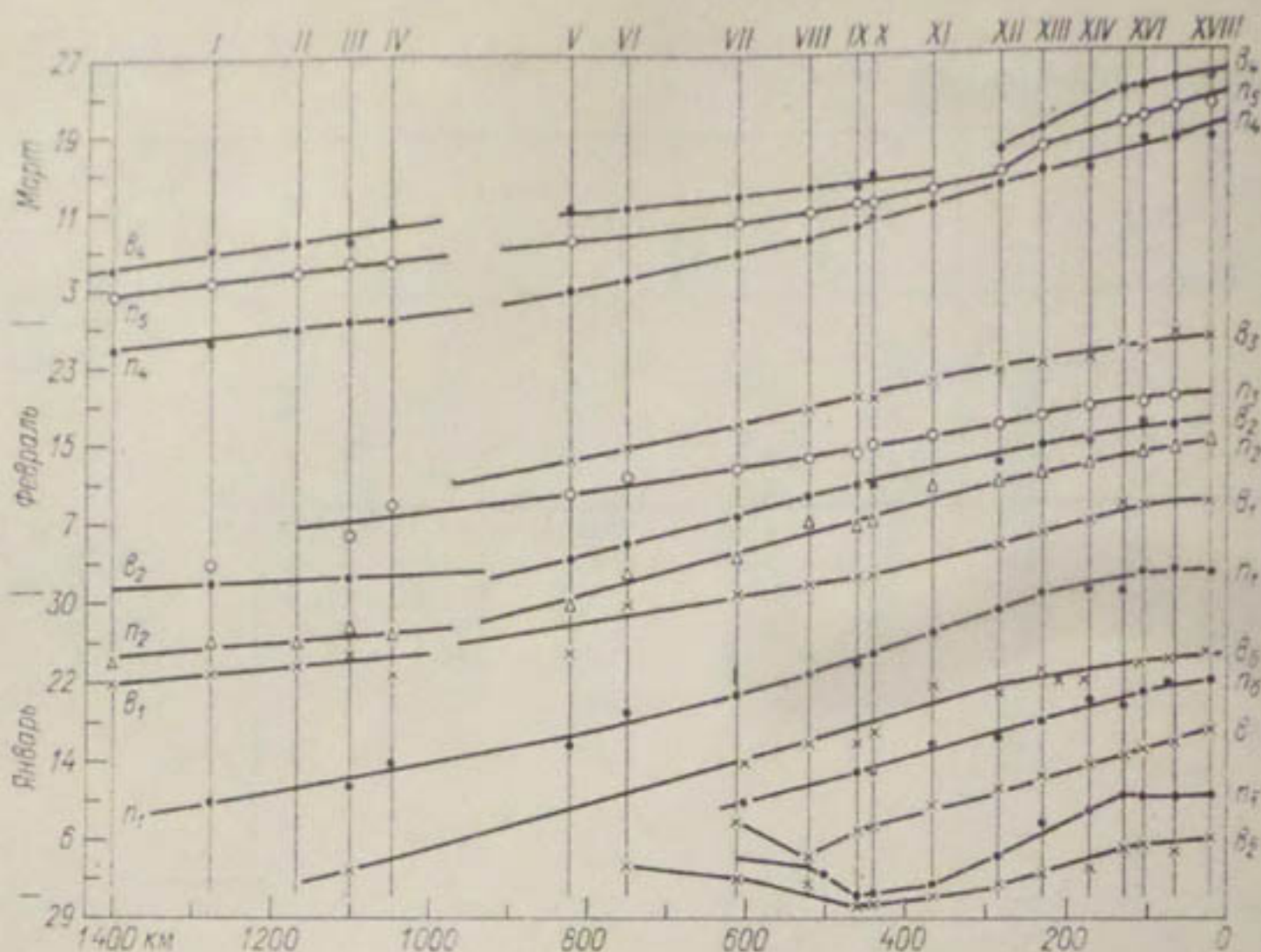


Рис. 4. Движение пиков (n) и впадин (v) вниз по Амударье зимой 1968/69 г. Выше г. Керки река всю зиму была свободной от ледостава.

I — Термез, II — Келиф, III — Бассага, IV — Керки, V — Чарджоу, VI — Ильчик, VII — Дарган Ата, VIII — Данишер, IX — Тюямуял, X — Ташсака, XI — Коккуз, XII — Кипчак, XIII — Чатлы, XIV — Тахьятас, XV — Раушан, XVI — Кзылджар, XVII — Байгужа, XVIII — Темирбай.

7. СВЕДЕНИЯ О ЛЕДОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ И УРОВНЕ ВОДЫ В РАЙОНЕ Г. ЧАРДЖОУ ЗИМОЙ 1968/69 г.

Гидрологическая исключительность зимы 1968/69 г. в районе г. Чарджоу заставила нас обратить на нее особое внимание.

На рис. 5 из графиков хода уровня (рис. 3) за 1968/69 г. выделены посты Чарджоу и Ильчик. Из рис. 5 можно сделать следующие выводы.

1) Нет такого хорошего соответствия между уровнем и фактом замерзания реки на посту, как это бывает на северных постах Амударьи: подъем уровня начался не в первый и не во второй день с ледоставом; 22, 23, 24, 25 января падение уровня воды в Чарджоу указывало на явное вскрытие реки, но наблюдатель продолжал показывать ледостав.

2) Большой подпорный скачок уровня воды в Чарджоу 16 января был заторным, он не вызвал в Ильчике падения уровня воды; заторный процесс шел одновременно и в Чарджоу, и в Ильчике и был связан с увеличением расхода воды.

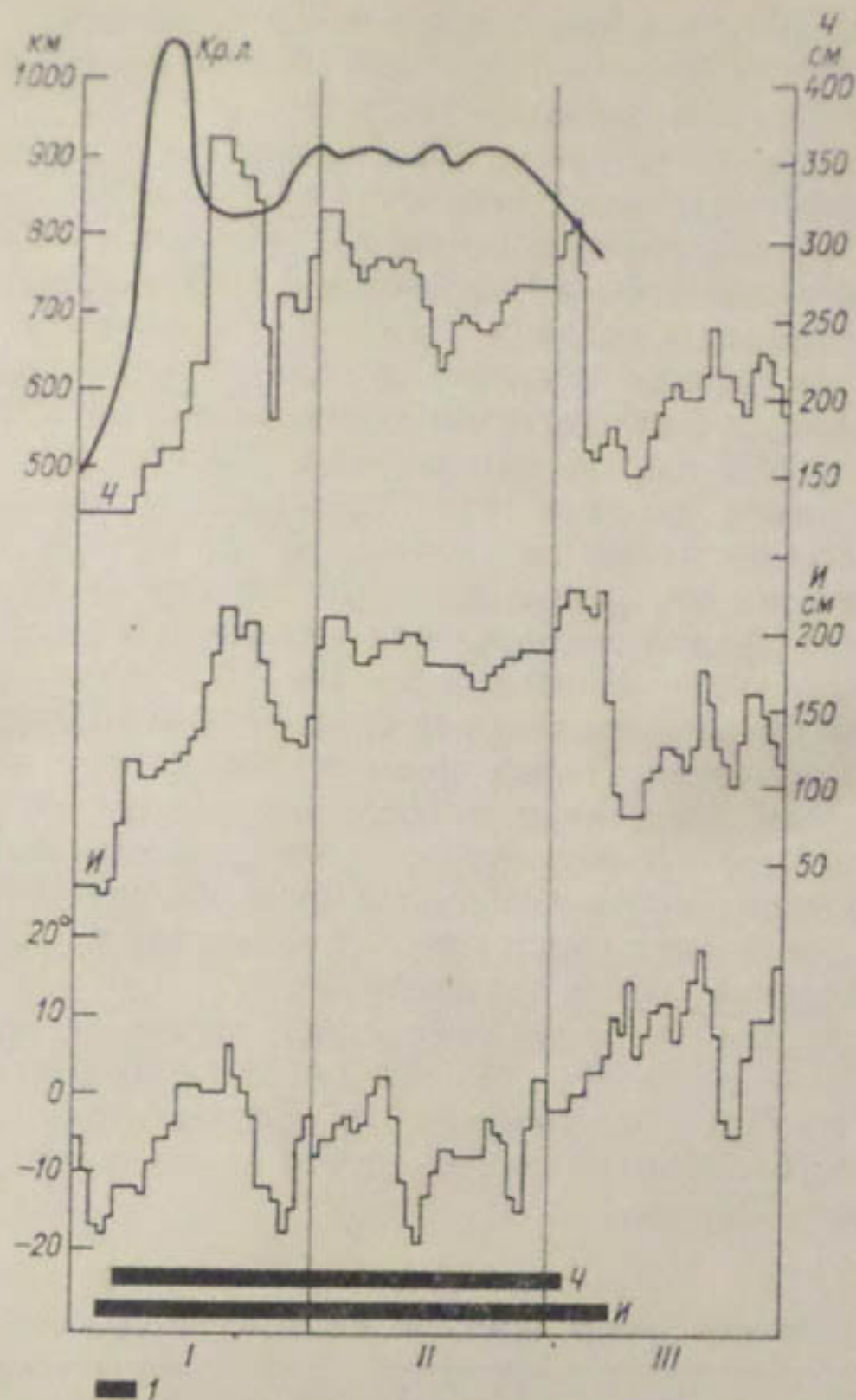


Рис. 5. Уровни воды в Чарджоу (Ч) и Ильчике (И), температура воздуха в Чарджоу, положение кромки льда (Кр. л.) в 1969 г.

I — ледовые явления.

3) На подпорное повышение уровня воды в третьей декаде января в Чарджоу пост Ильчик реагировал, как и следовало ожидать, падением уровня. Позже колебание уровня в Чарджоу (при ледоставе) опережают такие же колебания в Ильчике на 2—3 суток, как будто бы эти колебания вызваны изменением расхода воды на участке где-то выше Чарджоу. Если примем эту гипотезу, то объясним и п. 2.

4) Уровни воды в Ильчике в общем следуют за температурой воздуха в Чарджоу с некоторым отставанием.

5) Ход уровня в Дарган-Ате и ниже следует за колебаниями уровня воды в Ильчике, а не в Чарджоу (рис. 3).

6) Вывод. В колебании уровня воды у Чарджоу подпорные явления имеют второстепенное значение, главное определяется колебанием расхода воды выше Чарджоу, связанное с изменением пропускной способности русла. При движении кромки льда вниз происходит собирание воды паводком вскрытия по пути его движения, отчего расход паводка вскрытия увеличивается.

С началом наводнения в Чарджоу с 7 ч 16 января стали проводить наблюдения над уровнем каждый час или через два часа (приложение 4), вскоре начались и авиаразведки льда. Наводнение 16—17 января было вызвано потеплением, 14 января кромка льда была на 1055 км, 19 января — на 822 км, так что это был затор, а не зажор; за пять суток кромка опустилась на 230 км, проходя в среднем по 46 км в сутки. 19—23 января кромка льда стояла фактически на одном месте. 22 января наступило похолодание, и кромка льда 25 января была уже снова у моста.

Быстрое движение кромки льда 14—16 января вниз по реке вызвало большой паводок вскрытия, который и создал наводнение. Медленное повышение уровня воды до 14 января включительно вызвано быстрым движением кромки льда вверх: зажорное повышение уровня было компенсировано уменьшением расхода. Смена быстрого движения кромки вверх на быстрое движение ее вниз и вызвала большое увеличение расходов воды и, следовательно, большое повышение уровня (приложение 4).

Резких скачков в ходе уровня по часам не наблюдалось. Исключение мог составить скачок с 15 на 16 января, но тогда наблюдений не было. Наблюдены следующие наибольшие скачки уровня (табл. 8). Как видим, скорости роста и падения уровня могут достигать 25 см/ч.

Таблица 8

Скорость изменения уровня (см/ч) на посту Чарджоу зимой 1968/69 г.

25 января			26 января						4 марта	
19—20	21—22	22—23	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	19—20	20—24
7	25	2	10	14	10	12	6	—4	—24	—7

Интерес представляет график суточных изменений уровня воды (рис. 6), который показывает интенсивность подъема (+) или спада (—) уровня. При $y_i = H_{i+1} - H_i > 0$ уровень растет, при $y = 0$ — без изменения, и при $y < 0$ — уровень падает. На графике легко выделить соответственные точки Ч (Чарджоу) и И (Ильчика), так как колебания обеих ординат более или менее повторяют друг друга с опережением в Чарджоу в среднем на одни сутки, что соответствует скорости 70 км/сутки. Некоторые пики и впадины пронумерованы для ссылок на них в тексте.

Пик 0 за 15—16 января в Чарджоу явился в конечном счете заторным, он возник при потеплении и вызван главным образом

сливом задержанной выше воды. Если бы он имел зажорное происхождение, то должен был бы сопровождаться падением уровня в Ильчике; на самом деле, там в течение пяти дней происходило нарастание уровня с большой интенсивностью, что указывает на заторный тип пика 0 в Чарджоу. Спад 1 в Чарджоу с нарастающей интенсивностью выражает освобождение реки ото льда в Чарджоу и тем самым уменьшение подпора. Пик 2 выражает

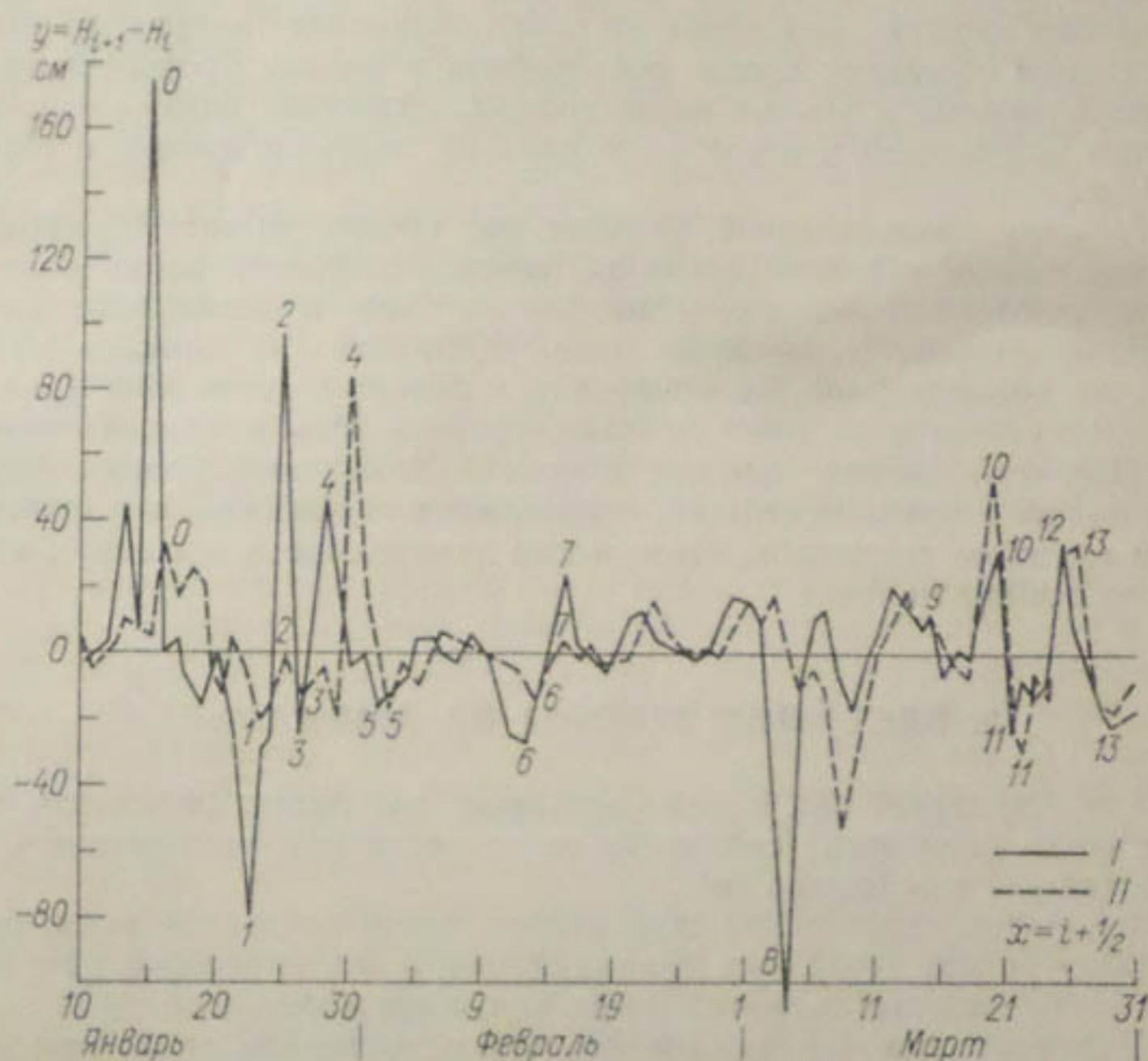


Рис. 6. Суточные изменения уровня воды в Амударье на постах Чарджоу (I) и Ильчик (II).

начало восстановления подпора благодаря зажору. В Ильчике зажорное состояние не нужно было восстанавливать, так как оно там уже было. Если же зажорность, может быть, и возрастала, то она компенсировалась дефицитом расхода воды и уровень воды поэтому заметно не менялся. Дефицит расхода в Чарджоу сказался впадиной 3, а исчезновение его пиком 4, который в Ильчике проявился на двое суток позже.

Впадина 8 отвечает прекращению состояния подпора (вскрытие), которое в Ильчике наступило на четыре дня позже, чем в Чарджоу.

После 10 марта уровни на обоих постах чисто бесподпорные, колебания их происходят с разностью фаз 1 и 0 суток, т. е. скорость пробега стала больше 70 км/сутки.

Графики этого типа следует рекомендовать как образец для анализа зимнего уровня воды.

Вышесказанное могут иллюстрировать графики положения кромки льда и температуры воздуха, изображенные на рис. 5. Первый может в известной мере характеризовать расход воды. Движение кромки льда вверх по реке обозначает замерзание реки, тем самым стеснение русла, рост уровня в районе кромки льда и падение расхода и уровня ниже кромки; движение вниз — падение уровня за кромкой и увеличение расхода воды на кромке и ниже кромки.

Таблицы приложения 4, дающие ход уровня по часам, снабжены надписями, указывающими на ледовое состояние реки; в частности, даются сведения о бомбежке заторов, о возникновении и прорыве заторов, о подвижке льда. Казалось бы, каждое такое событие должно было бы приводить к резкому изменению уровня воды, на самом деле этого не было, уровень воды изменялся плавно. При этом самые большие скорости изменения уровня были связаны не с этими частными, локальными событиями, а с процессами крупного масштаба, такими как замерзание и вскрытие, взятые во всей их полноте.

8. ВЕСЕННИЕ ЗАТОРЫ НА АМУДАРЬЕ

Для Амударьи, как и для Сырдарьи, мы будем различать четыре фазы (ледового) состояния реки: чисто (ч), замерзание (з), ледостав (л) и вскрытие (в).

Под фазой «чисто» (ч) понималось такое состояние реки, при котором уровень воды был бесподпорный, а это случалось как при реке, свободной ото льда, так и при шугоходе и ледоходе.

«Замерзанием» (з) называлось такое состояние реки, при котором процесс замерзания вблизи поста создавал переменный подпор, влияющий на показания постовой реки. Высший уровень в фазу замерзания может наступить как позже, так и раньше первого дня с ледоставом. Аналогичным образом определялась и фаза «вскрытия» (в).

Фаза «ледостав» (л) означала наличие ледяного покрова на реке в створе поста или хотя бы вблизи его, когда подбор был постоянным или медленно меняющимся, а уровень воды на посту менялся в зависимости от причин, действовавших далеко выше поста.

Точных признаков, по которым можно было бы отнести наивысший уровень воды к той или иной фазе, установлено не было, поэтому фаза, в которой находилась река в период стояния наивысшего уровня, определялась приближенно по указанным правилам.

Термин «вблизи поста» обозначает такой участок реки выше и

ниже поста, ледовые процессы на котором еще заметно сказываются на уровне воды в створе поста.

Указанная трактовка терминов отличается от трактовки, принятой при составлении гидрологических ежегодников и гидрологического справочника [19]. Так, под термином «вскрытие» мы понимаем процесс, развертывающийся в районе поста (а не только строго на самом посту), охватывающий последние дни «ледостава» и первые дни ледохода и сопровождающийся характерными для него явлениями подвижек, повышения уровня воды, ледохода, заторов льда. Составители же гидрологического справочника рассматривали явления, наблюдающиеся только на данном посту и различали только понятия ледостава и весеннего ледохода, из которых первый мгновенно переходит во второй.

На Сырдарье [14] высший зимний уровень в преобладающем числе случаев (82%) наблюдался при вскрытии и большею частью в последний день с ледоставом или в первый день без ледостава, т. е. практически на кромке вскрывающегося ледостава. Перед вскрытием уровень воды обычно растет, а при вскрытии совершает скачок благодаря заторным явлениям, всегда наблюдавшимся на кромке льда. Довольно типичным является случай, изображенный на рис. 7.

На Амударье ход уровня воды перед вскрытием примерно такой же, но максимальный уровень наступает чаще всего не в момент вскрытия, а за несколько дней до него, так что вскрытие чаще всего происходит при уменьшающемся уровне воды [12]. Здесь, по-видимому, дело в том, что лед на Амударье в большей мере, чем на Сырдарье, тает на месте, что кромка льда на Амударье менее определенная, чем на Сырдарье. Еще до того как наблюдатель зафиксировал формальное вскрытие, река в значительной мере уже вскрылась, так как ледяной покров на ней был расчленен полыньями-промоинами. Во время авиаразведок льда Д. А. Миловановым [15] определялась доля ширины реки, покрытой льдом, и доля ширины свободной ото льда. Оказалось, что доля воды возрастает, а доля льда убывает по мере приближения самолета, летящего вверх, к кромке льда. Казалось бы, на кромке льда эти величины должны были скачкообразно измениться; первая резко возрасти, вторая резко уменьшиться. На самом деле, по данным Милованова, скачка не было, изменение обеих долей совершилось плавно, изменились лишь названия: промоины превратились в рукава реки, а ледяной покров в забереги и лед на островах и мелях.

При вскрытии происходит увеличение расхода воды в реке за счет слива воды, ранее аккумулятивной в руслах, что должно было бы приводить к повышению уровня воды в реке. Но, с другой стороны, увеличение площади полыней-промоин приводит к уменьшению смоченного периметра и тем самым к уменьшению сопротивления и, следовательно, падению уровня. Сначала берет верх первая тенденция а, потом вторая, и в соответствии с этим сначала уровень растет, достигая частного максимума еще до освобожде-

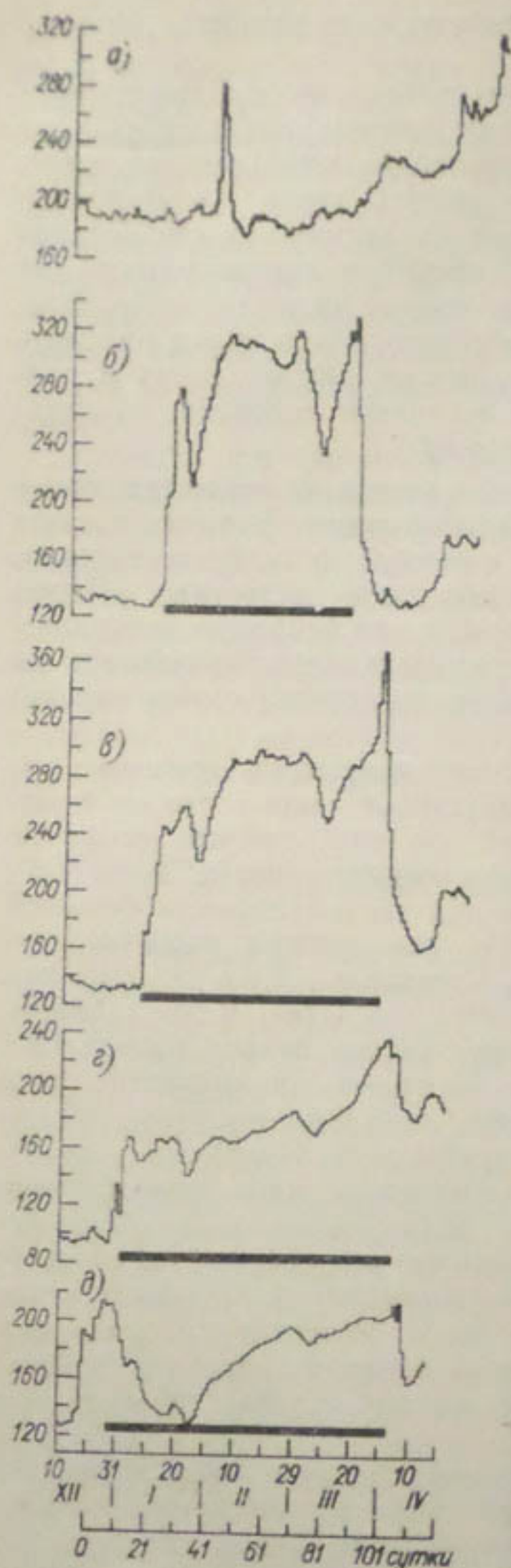


Рис. 7. Ежедневные уровни воды (см) в р. Сырдарье зимой 1955/56 г., сдвинутые на время добегания.

Нуль нижней шкалы времени соответствует в г. Казалинске 20 XII, с. Кармакчи 17 XII, г. Кызылорде 14 XII, ст. Тюменьарык 10 XII, с. Чардаре 2 XII. Верхняя шкала соответствует пункту в 200 км от устья; а — с. Чардара, б — ст. Тюменьарык, в — г. Кызылорда, г — с. Кармакчи, д — г. Казалинск.

ния реки ото льда на посту, а затем начинает падать.

Сказанное, однако, вовсе не отрицает существование кромки льда. За нее говорит перелом в скорости падения уровня на посту, которая становится очень большой сразу после вскрытия. Кроме того, не всегда описанным способом вскрывается река, так как довольно часто максимального значения уровень достигает во время вскрытия.

В течение одной зимы на разных постах могут встречаться оба типа, и это может служить причиной образования пика перед вскрытием. Начав вскрываться по второму типу, река создает паводок вскрытия, который, оторвавшись от кромки, движется вниз подо льдом и дает указанный пик на постах, где вскрытие запоздало. Хронологические графики 1964 г. иллюстрируют сказанное (рис. 8).

Таким образом, мы нашли пока две причины изменения уровня перед вскрытием: увеличение расхода воды, приводящее к росту уровня, и увеличение числа и площади полыней, вызывающее его падение. Пик уровня во

время вскрытия — явно заторного происхождения, если не полностью, то, по крайней мере, в сочетании с первой причиной. Заторные процессы могут оказать влияние на образование пиков перед вскрытием, например, при подвижках льда, хотя прямых указаний на это не имеется.

Итак, вскрытие бывает беззаторным (при падающем уровне) и заторным (пик при вскрытии). Определим повторяемость зим с весенними подъемами уровня заторного типа. Были выявлены все зимы с подъемом уровня воды в последние дни ледостава, на всех постах, начиная с Ильчика, кончая Темирбаем, за все зимы с 1915/16 г. по 1969/70 г. включительно. В сводку (приложение 5) по каждому посту включался частный максимум уровня перед вскрытием и уровни за два предыдущих и два последующих дня, а всего за пять дней (шестая — одиннадцатая графы приложения 5). Высший уровень (пик) записывался в двух вариантах — средний суточный (девятая графа) и срочный (восьмая графа), где он был. Были использованы превышения этого частного высшего уровня над уровнем, который был два дня назад (двенадцатая и тринадцатая). Получилось два варианта разностей — один по отношению к среднесуточному и другой — к срочному максимумам (приложение 6). Исследовался первый вариант, так как только он давал достаточно обширный материал.

Всего набралось около 300 зимо-постов и 327 случаев разностей уровня (около 27 зимо-постов было с повторным ледоставом). В эти 327 случаев попали подъемы только заторного происхождения, но никак не зажорного. Были учтены также случаи, когда заторного подъема уровня не было, т. е. во время вскрытия реки уровень плавно падал (нулевой подъем). Распределение зимоледоставов, точнее, заторных подъемов по этим разностям показано в табл. 9. Оказалось, что на преобладающем числе постов в половине и более зим заторный подъем уровня отсутствовал.

В числе 327 входило 30 случаев, когда пик уровня наступал на двое, трое и четверо суток раньше последнего дня с ледоставом. Считая такие случаи незаторного, а расходного происхождения, мы перевели их в рубрику беззаторных вскрытий (градация 0—10 см), и тогда была получена табл. 10. В ней, таким образом, оказались все случаи,

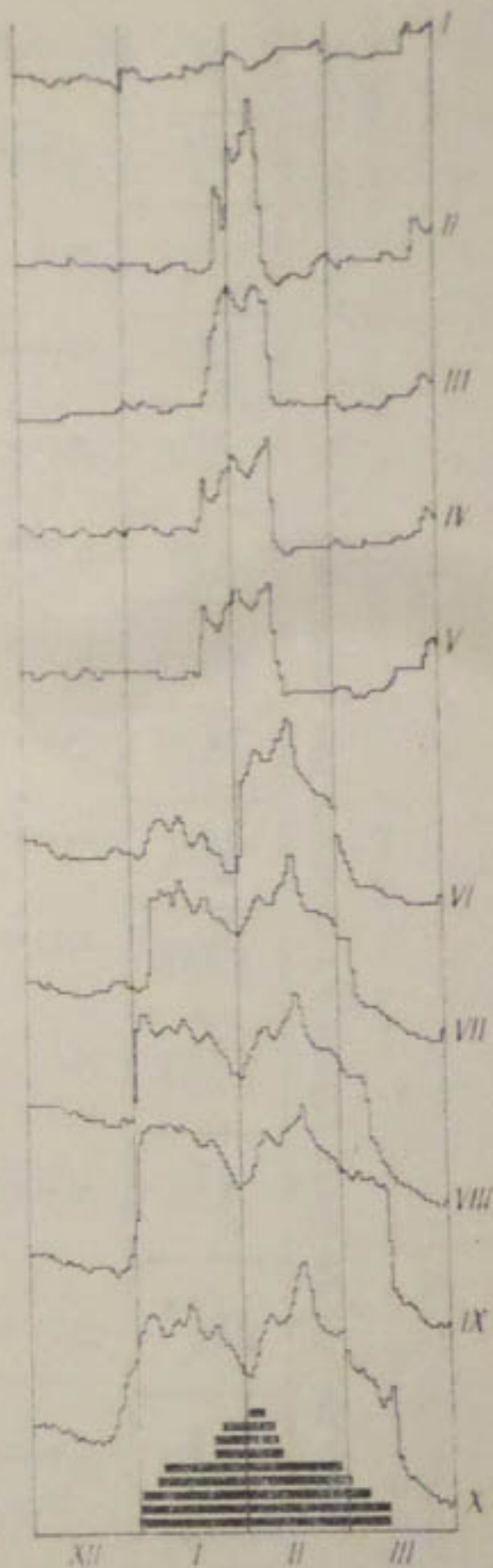


Рис. 8. Ежедневные уровни воды и ледовые явления на Амударье зимой 1963/64 г.
I — Ильчик, II — Дарган-Ата, III — Данишер, IV — Тюямуюн, V — Таисака, VI — Карамышташ, VII — Кипчак, VIII — Чатлы, IX — Чуртамбай, X — Тахьятас.

Таблица 9

Число случаев заторных подъемов в последние дни ледостава

Подъем уровня за 2 суток, см ΔH см	Те- мир- бай 18, 19	Занр 69	Кы- зыл- джар 102	Рау- шан 127— 134	Тахъ- ятас 173	Чур- там- бай 202	Чат- лы 230, 232	Кип- чак 283	Кара- мыш- таш 304	Турт- куль 371— 411	Таш- сака 442	Тю- яму- юн 458	Дани- шер 519	Дар- ганата 593, 611	Сум- ма	%
0—10	11	8	12	11	8	6	23	12	12	17	17	14	9	4	164	50
11—20	4	6	3	4	1		7	6	6	3	2	2	1	3	48	15
21—30	3	6	1	3	2		5	1	5	1	2	2	1		32	10
31—40	2	1	1	1	1		4	4	4	1	2	1	1		23	7
41—50			1	1		2	1	3	1	1	5				15	5
51—60		1		1			1	3			1			1	8	2
61—70		1			2	1	2	1	3	2		2	1		15	5
71—80					1	1	1	2	1	1	1				8	2
81—90								1			1				2	1
91—100					1										1	1
101—110							1					1	1		3	1
111—120								1		1					2	1
121—130			1					1							2	1
131—140																
141—150										1					1	
151—160							1								1	
>160			1	1											2	
Наибольший подъем, см			228	289												
Сумма	20	23	20	22	16	10	46	35	32	28	31	22	14	8	327	100
% в интер- вале 0—10	55	35	60	50	50	60	50	37	37	61	55	64	65	50		

Примечания: $\Delta H = H_n - H_{n-2}$, если $H_{n-2} < H_{n-1}$; $\Delta H = H_n - H_{n-1}$, если $H_{n-2} > H_{n-1}$; n — номер суток (дата).

Число случаев заторных подъемов в последние дни ледостава (второй вариант)

Подъем уровня за 2 суток $H_n - H_{n-2} = \Delta H$, см	Темир-бай 18, 19	Заир 69	Кызыл-джар 102	Раушан 127—134	Тахъ-ятас 173	Чуртам-бай 202	Чатлы 230, 232	Кипчак 283	Карамышташ 304	Турткуль 371—411	Ташсака 442	Тюямуюн 458	Данишер 519	Дарганата 593, 611	Сумма	%
0—10	15	14	13	13	8	6	31	16	13	18	18	15	9	5	194	59,3
11—20	2	3	2	3	1		3	5	6	2	2	2	1	2	34	10,4
21—30	2	5	1	2	2		4		5	1	2	2	1		27	8,3
31—40	1	1	1	1	1		4	3	3	1	2	1	1		20	6,1
41—50			1	1		2		3	1	1	5				14	4,3
51—60				1				2						1	4	1,2
61—70					2	1	1	1	3	2		1	1		12	3,7
71—80					1	1	1	2	1	1	1				8	2,4
81—90								1			1				2	0,6
91—100					1										1	0,3
101—110							1					1	1		3	0,9
111—120								1		1					2	0,6
121—130			1					1							2	0,6
131—140																
141—150										1					1	0,3
151—160							1								1	0,3
>160			1	1											2	0,6
Сумма	20	23	20	22	16	10	46	35	32	28	31	22	14	8	327	100
% в интервале 0—10	75	61	65	59	50	60	67	49	41	64	58	68	64	63	60	60

Примечания: $\Delta H = H_n - H_{n-2}$, если $H_{n-2} < H_{n-1}$, $\Delta H = H_n - H_{n-1}$, если $H_{n-2} > H_{n-1}$; n — номер суток.
 2) Если пик наблюдается за 2 дня и более до последнего дня с ледоставом, такие случаи рассматривались как отсутствие заторного подъема уровня и помещались в строку 0—10.

когда частный максимум (пик) был в предпоследний и последний дни с ледоставом, а также в дни после ледостава.

Из таблиц 9, 10 не видно, чтобы это распределение зависело от расстояний от устья, поэтому о заторности реки можно судить по суммарным данным (последняя графа). Они показывают, что в половине случаев вскрытие было безусловно беззаторным, так как подъем уровня на 10 см и меньше можно не принимать во внимание из-за чрезвычайной малости. Около 70% случаев приходится на подъем от 0 до 20 см. Подъемы на 80 см и более встречаются совсем редко, на их долю приходится всего 14 случаев, или 4,3% общего числа вскрытий.

Описанные заторные подъемы уровня были получены по средним суточным данным. Срочных величин набралось сравнительно мало, нельзя признать их и репрезентативными; они обычно не представляют суточных максимумов уровня, так как большей частью имелись из двухсрочных наблюдений. От средних суточных срочные данные отличаются иногда существенно: до 97 см на посту Раушан в 1969 г. Однако для оценки частоты заторных зим и средних суточных данных оказалось достаточно: мы узнали определенно, что в противоположность р. Сырдарье, по крайней мере, в половине случаев вскрытие Амударьи на всем ее протяжении не сопровождается заметным повышением уровня воды: лед, по существу, тает на месте.

9. ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЖЕДНЕВНЫХ РАСХОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ТОЧНОСТИ И ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Мы не раз упоминали о низкой точности ежедневных расходов и поэтому непригодности их для исследования ледовых процессов. Попробуем все же применить их для этой цели.

Зима 1963/64 г. Характерно быстрое движение кромки льда вверх, а затем вниз (рис. 8). От этого на графиках уровня возникли большие впадины и большие пики. На некоторых постах пик пришелся на вскрытие, на других — на ледостав. Характерен очень высокий подъем уровня и расхода в середине зимы. Заторы отмечены именно на этом пике.

Многое говорит за то, что заторы определяются не столько местоположением кромки льда, сколько величиной паводка, в том числе паводка вскрытия, т. е. величиной расхода воды. К сожалению, имеющиеся данные об ежедневных расходах воды недостаточно точны, чтобы судить сколько-нибудь надежно об истинных расходах или хотя бы об их ходе во времени.

На рис. 9 представлен график ежедневных расходов воды в Тюямуюн за январь и февраль, который правдоподобен для начала зимы и неправдоподобен для конца ее; в частности, не вышел паводок вскрытия, хотя он явно был, о чем свидетельствуют большие расходы на нижерасположенных постах.

Мы использовали все измеренные расходы, учтенные УГМС Узбекской ССР при составлении гидрологических ежегодников (табл. 11), а также два расхода из информационных данных отдела гидропрогнозов за 8 и 18 февраля, которые в ежегоднике почему-то не были учтены, для построения новой кривой расходов (рис. 10), которую представили в виде нескольких ветвей. Ежедневные расходы, полученные по этой кривой, и взятые из ежегодника, приведены в табл. 12. Учет «замеров» от 8 и 18 февраля привел к существенному увеличению ежедневных расходов в окрестностях пика от 10 февраля. В ежегоднике расход на пике показан равным всего $655 \text{ м}^3/\text{с}$, близко к предположительному меженному расходу (около $700 \text{ м}^3/\text{с}$), после пересчета он достиг $925 \text{ м}^3/\text{с}$, что ближе к истине. На графике (рис. 9) характерны отрицательный паводок в третьей декаде января, вызванный наполнением русла выше по течению при замерзании реки, и компенсационный паводок вскрытия, вызванный освобождением излишков воды при очищении реки ото льда. Построенный по нашим данным последний паводок выглядит правдоподобнее.

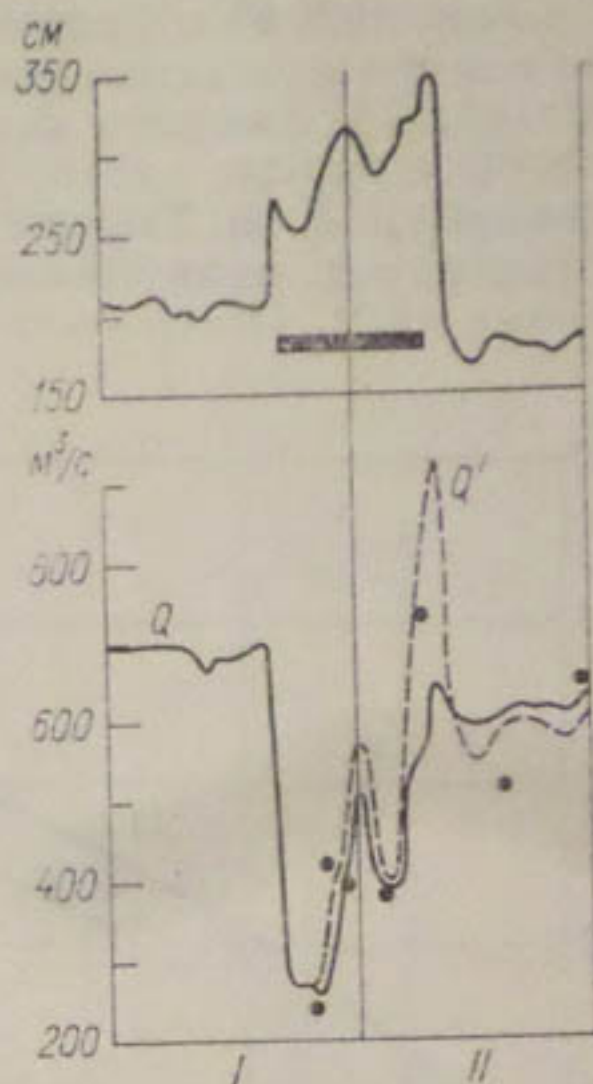


Рис. 9. Ежедневные уровни и расходы воды на посту Тюямуюн в январе и феврале 1964 г.

Q — расходы гидрологического ежегодника, Q' — расходы, вычисленные вновь. Точки — измеренные расходы.

Таблица 11
Измеренные расходы воды в Тюямуюне в 1963/64 г.

№ расхода по ежегоднику	Дата	Уровень, см	Расход, $\text{м}^3/\text{с}$	Состояние реки
136	16 XII	204	705	св.
137	17 XII	208	775	»
138	20 XII	202	678	»
1	25 I	248	245	лдст.
	27 I	278	429	»
2	29 I	301	408	»
	3 II	288	390	»
3	8 II	322	743	»
	18 II	180	526	св.
	28 II	182	654	»
4	3 III	180	605	»
5	9 III	185	610	»
6	20 III	193	631	»
7	27 III	235	910	»
8	7 IV	244	1040	»

Зима 1966/67 г. Сравнивались гидрографы (рис. 11), смещенные по оси времени на следующее время пробега в сутках: Керки 0, Ильчик 2,5, Тюямуюн 5, Чатлы 7, Кызылджар 8 и Темирбай 9, соответствующие скорости движения пиков от поста Керки: до Ильчика 118, до Тюямуюна 117, до Чатлов 116, до Кызылджара 111 и до Темирбая 114 км/сутки. Сдвигались как уровни, так и ледовые фазы. Посты были выбраны те, для которых определены

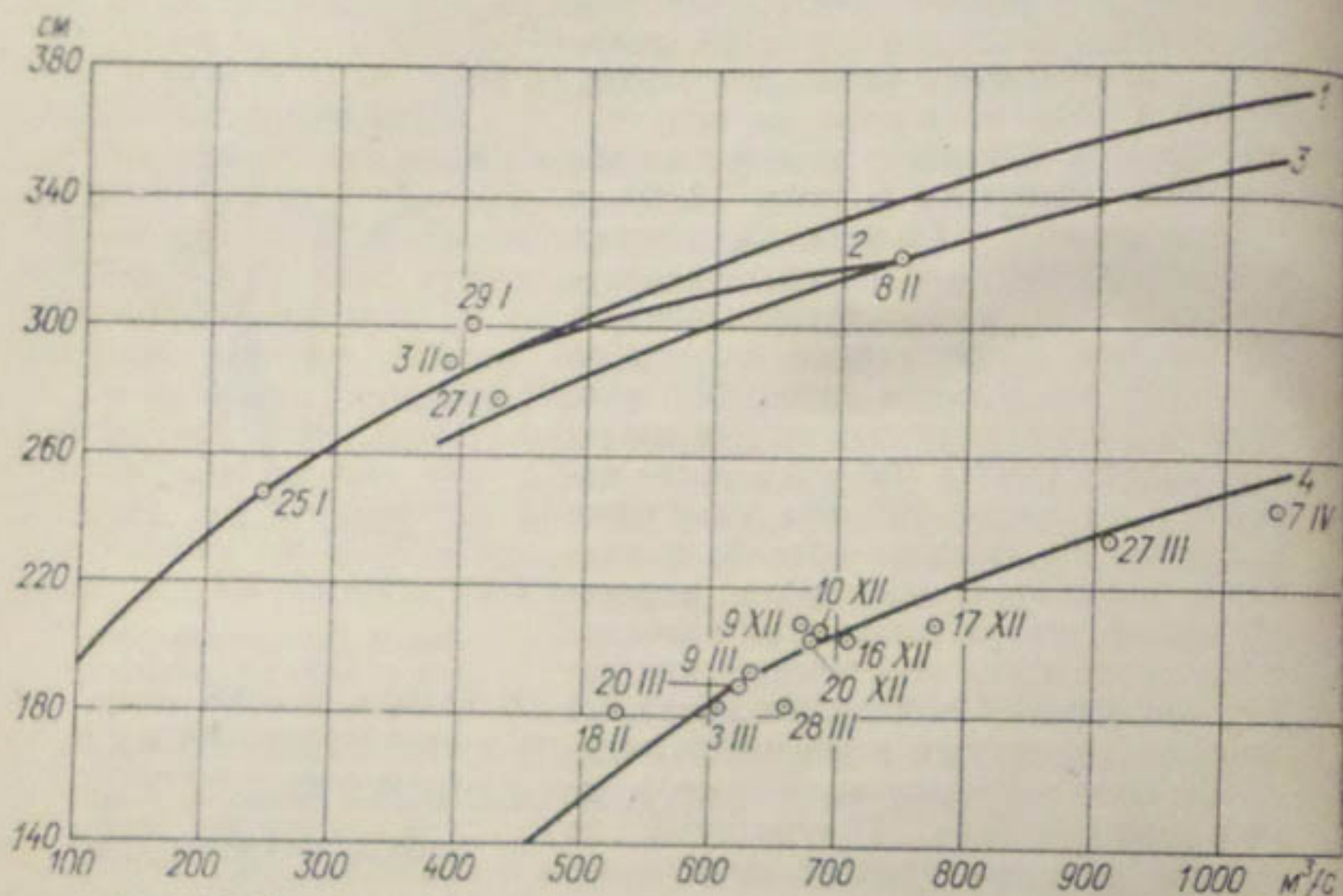


Рис. 10. Кривые расходов р. Амударья, теснина Тюямуюн, зима 1963/64 г.

Периоды действия кривых: 1 — 25 I — 5 II, 2 — 6—7 II, 3 — 8—10 II, 4 — 11—29 II.

ежедневные расходы. Из рассмотрения графиков можно сделать следующие выводы.

1. В октябре и отчасти ноябре, когда сток меняется плавно, ход уровня не на всех постах идет согласно. Имеется хорошее согласие между постами Керки и Тюямуюн, но уровень на посту Ильчик ведет себя несогласно с уровнем на этих двух постах, указывая на деформационные процессы, влияющие на показания рейки.

Удовлетворительное соответствие имеется между уровнями постов Тюямуюн, Кызылджар и Темирбай, но уровни поста Чатлы дают несогласные результаты: они падали слишком медленно.

2. Последующий период в марте был короткий и судить о соответствии между уровнями было трудно. Это можно было сделать только для двух постов — Керки и Тюямуюн (об Ильчике сведений не было), соответствие между уровнями которых было

удовлетворительное. Однако после ледостава произошла сдвижка по оси уровней: уровень в Тюямуёне снизился на 35 см по сравнению с уровнем в Керках. Причина: за время ледостава уменьшение расхода воды в Тюямуёне было больше, чем в Керках, не исключена также деформация русла.

3. В ежедневных расходах воды явная ошибка на посту Ильчик примерно с 10 ноября по 15 декабря и на посту Керки за первую

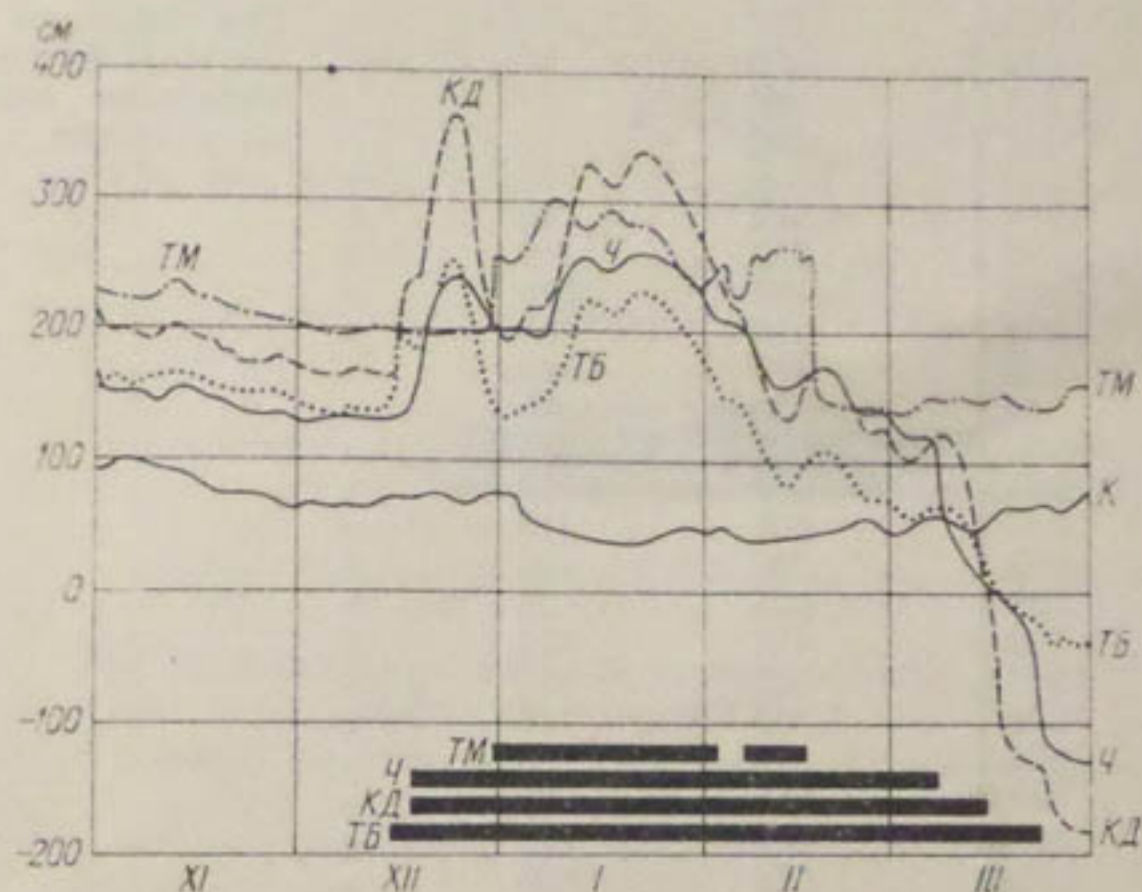


Рис. 11. Ежедневные уровни, сдвинутые на время добегания, зима 1966/67 г.

К — Керки, ТМ — Тюямуён, Ч — Чатлы, КД — Кызылджар, ТБ — Темирбай.

половину ноября. В последнем случае был игнорирован измеренный расход за 5 ноября и оказано чрезмерное доверие расходу от 10 ноября, из-за чего второй пик оказался гораздо выше первого, хотя должно было быть наоборот, так как первый паводок отразился на всех нижележащих постах, а со вторым этого не случилось.

4. Дальше следуют ошибки из-за отсутствия учета падения расхода воды при замерзании реки. Это обстоятельство вовсе не отражено на посту Тюямуён во второй половине декабря, где расход показан медленно падающим. На остальных постах уменьшение расхода было отмечено, но с двумя недостатками: а) расход «заставили» падать раньше срока на всех постах, б) падение «сделали» слишком пологим.

С начала января до конца марта расходы воды на постах Чатлы, Кызылджар и Темирбай были почти одинаковы (рис. 12), что близко к истине, но в ноябре и декабре в Темирбае расходы воды показаны существенно больше, а в Чатлах меньше, чем на двух

Ежедневные уровни и расходы воды р. Амударьи у Тюямуюна, 1964 г.

Дата	H см	Q м ³ /с	Q' м ³ /с	№ кривых расходов	Примечание
18 I	209×	697			Q — расходы из ежегодника, Q' — расходы, найденные по группе кривых расходов (рис. 10) За 11 II расход 775 м ³ /с определен как средний из расходов за 10 и 12 II
19	206●	700			
20	206×	700			
21	224×	537			
22	280	375			
23	256	280			
24	253	265			
25	250	255	257	1	
26	258	285	285	»	
27	278	365	350	»	
28	287	400	390	»	
29	294	435	425	»	
30	303	475	505	»	
31	316	530	575	»	
1 II	310	502	550	»	
2	295	440	460	»	
3	287	405	415	»	
4	285	395	405	»	
5	288	405	425	»	
6	303	475	525	2	
7	317	540	675	»	
8	322	560	740	3	
9	324	570	765	»	
10	343●	655	925	»	
11	248●	640	775	4	
12	188●	626	625	»	
13	178	608	580	»	
14	174	604	565	»	
15	171	601	555	»	
16	172	602	560	»	
17	176	606	575	»	
18 II	181	612	595	»	
19	182	614	600	»	
20	183	616	605	»	
21	183	616	603	»	
22	182	614	600	»	
23	182	614	600	»	
24	181	612	595	»	
25	180	610	590	»	
26	179	609	587	»	
26	179	610	590	»	
27	180	614	600	»	
28	182	614	600	»	
29	186	622	618	»	

других постах. Приток между Темирбаем и Чатлами в ноябре составил около 200 м³/с, при расходе в Чатлах около 700 м³/с, т. е. около 30%. Столь большая приточность нуждается в подтверждении или опровержении. На вертикальной оси рис. 13 отложены измеренные расходы по пяти постам, на горизонтальной — даты измерений со сдвижкой, полученной из расчета скорости движения характерных точек 115 км/сутки (для открытой реки в межень).

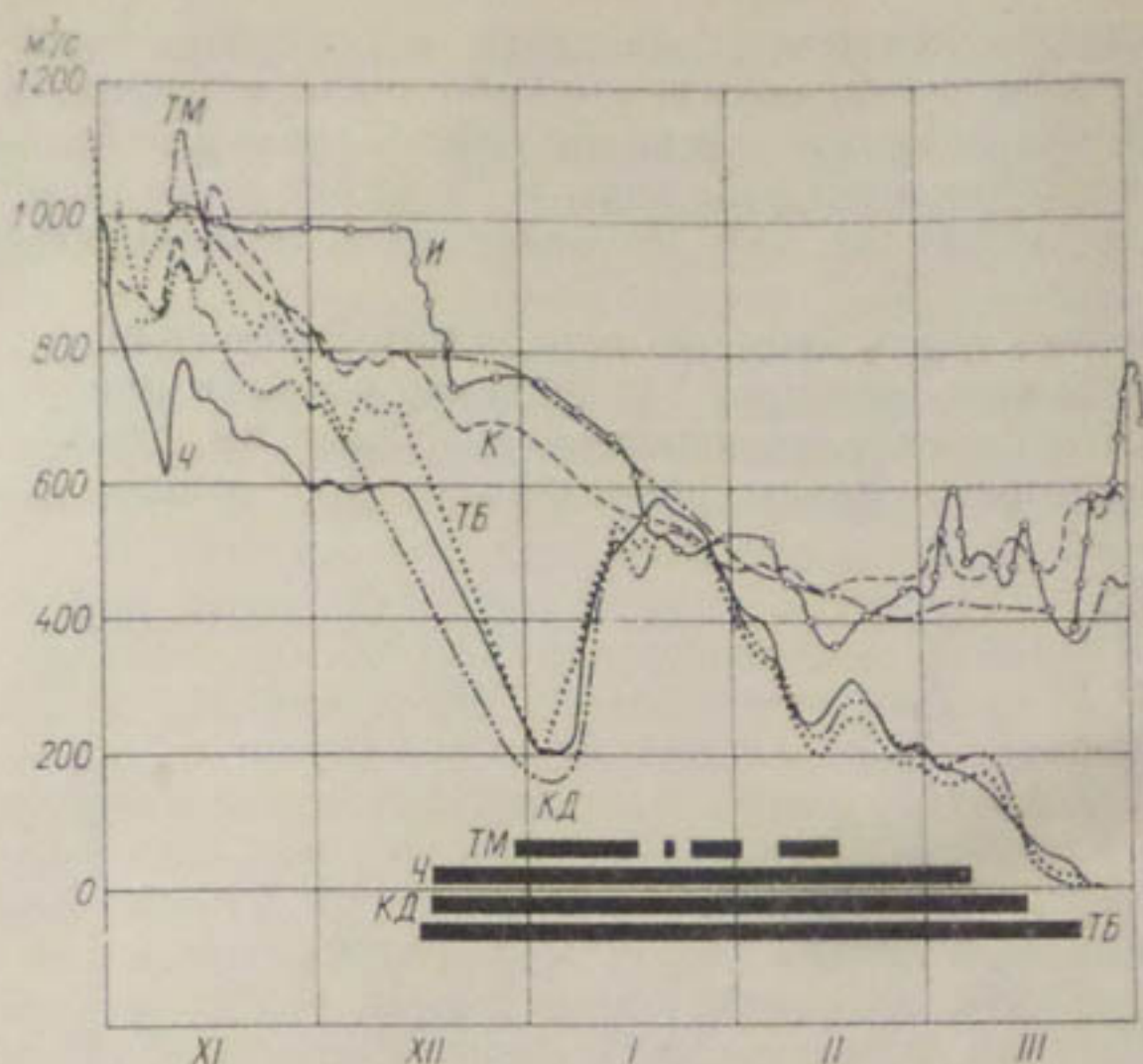


Рис. 12. Ежедневные расходы воды, сдвинутые на время добегания, зима 1966/67 г.

К — Керки, ТМ — Тюямуюн, Ч — Чатлы, КД — Кызылджар, ТБ — Темирбай.

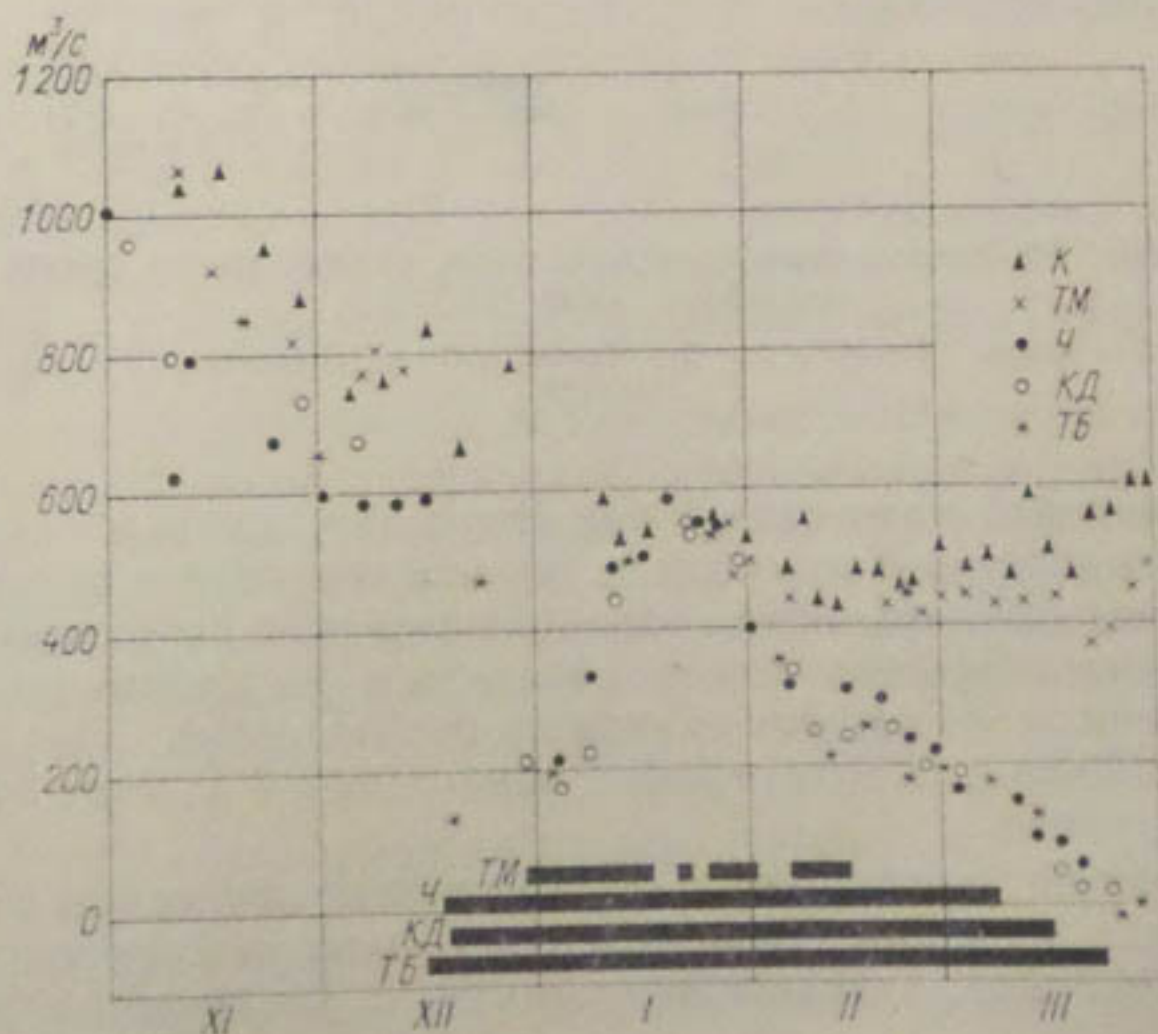


Рис. 13. Измеренные расходы воды, сдвинутые на время добегания, зима 1966/67 г.

К — Керки, ТМ — Тюямуюн, Ч — Чатлы, КД — Кызылджар, ТБ — Темирбай.

Из расположения точек, звездочек и кружков, характеризующих три нижние поста, нельзя что-либо сказать о приточности или потерях. В частности, на основании одного «замера» нельзя заключить, что в ноябре и декабре воды в Темирбае было больше, чем в Кызылджаре и Чатлах, как это значится в гидрологическом ежегоднике.

На чертеже очень выпукло отразилось характерное изменение расхода воды при ледоставе: уменьшение расхода при замерзании реки и восстановление его впоследствии. Заметим, что вниз от поста Керки до поста Чатлы происходит забор воды в каналы, не

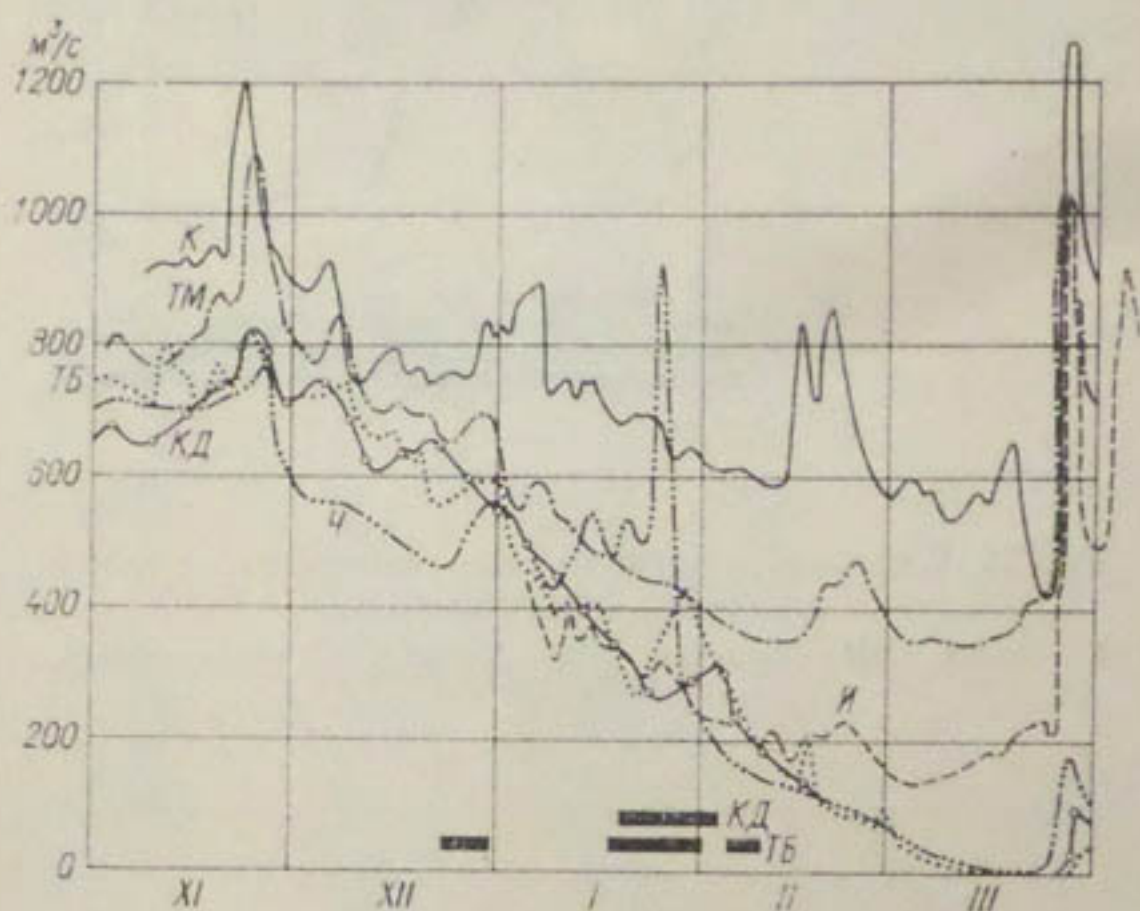


Рис. 14. Ежедневные расходы воды, сдвинутые на время добегания, зима 1965/66 г.

К — Керки, И — Ильчик, Ч — Чатлы, КД — Кызылджар, ТБ — Темирбай.

прекращающийся даже зимой (на промывку почвы и водоснабжение), особенно ниже Тюямуюна в Хорезмском оазисе, где к середине марта вся амударьинская вода оказывается забранной в каналы. Это обстоятельство могло отразиться на форме гидрографа при вскрытии реки, которое оказалось беззаторным.

Зима 1965/66 г. В гидрографах зимы 1965/66 г. (рис. 14) интересно следующее.

1. Потери на участке Керки — Тюямуюн по сравнению с 1966/67 г. в ежегоднике показаны большие; может быть, потому что и расходы были большие (увеличение потерь с увеличением водности реки).

2. Явно ошибочный пик в конце января показан в Чатлах. Уровень на посту был подпорный, а его сочли бесподпорным, по-видимому, потому, что ледостава на посту не было, хотя он мог быть

несколько ниже поста и вызывать подпор. В ежегоднике 1966 г. ошибка исправлена.

3. «Замеров» было много, расходы вычислялись с применением поправок Стаута, а из-за этого на графике оказалось множество мелких колебаний, не отвечающих натуре.

4. В декабре в Чатлах воды показано существенно меньше, чем в Кызылджаре, в 1966/67 г. было наоборот. Вряд ли это можно объяснить колебанием приточности. Вопрос о приточности и потерях должен быть предметом особого изучения.

Зима 1962/63 г. В декабре характерна впадина на гидрографах уровня на постах Чатлы, Тахъятас и нижеследующих по течению, которая вызвана движением кромки льда вверх, что доказывается подъемом уровня воды на вышерасположенных постах Кипчак и Карамышташ и, следовательно, уменьшением расхода в Чатлах и ниже. Последнее в общем верно отражено в ежегоднике. Замеченные погрешности в подсчетах стока за эту зиму следующие.

1. Излишне большой пик расхода в конце ноября в Ильчике при реке свободной от льда, не подтвержденный «замерами».

2. Этот пик неверно отражен в Чатлах слишком большими расходами: паводочный пик уровня потом перешел в подпорный, а его обработали как весь паводочный, и в результате получился ложный подъем расхода больше чем на $400 \text{ м}^3/\text{с}$, т. е. примерно в два раза. Более правдоподобны расходы на нижерасположенных постах, однако в зажорном падении расхода не был учтен паводочный подъем.

3. Явно ошибочен в Чатлах пик второй половины декабря величиною более $900 \text{ м}^3/\text{с}$, не подтвержденный «замерами».

4. Нет согласия между расходами в Заире, с одной стороны, и расходами в Кызылджаре и Темирбае, с другой.

В эту зиму были относительно малые расходы воды в Керках в противоположность другим ранее рассмотренным годам.

В ноябре, как и раньше, в Чатлах меньше воды, чем в Кызылджаре и Темирбае.

Рассмотренный материал действительно подтверждает низкую точность расходов воды в Амударье, приведенных в гидрологических ежегодниках, причем не только при ледоставе, но и без него. В этих материалах были показаны конкретные ошибки в определении расходов, которые можно во многих случаях уменьшить путем пересчета ежедневных расходов, чем в дальнейшем необходимо воспользоваться.

10. ИНТЕРЕСНЫЕ ЗИМЫ

Зима 1948/49 г. характерна сильными холодами в январе (рис. 15) и небывало далеким продвижением кромки льда вверх по реке (выше Термеза).

Высокий уровень воды в Термезе держался восемь суток. Ниже, до Ильчика, высоких подъемов уровня не было, т. е. перемычки, которые несомненно были, образовывались вне постовых участков.

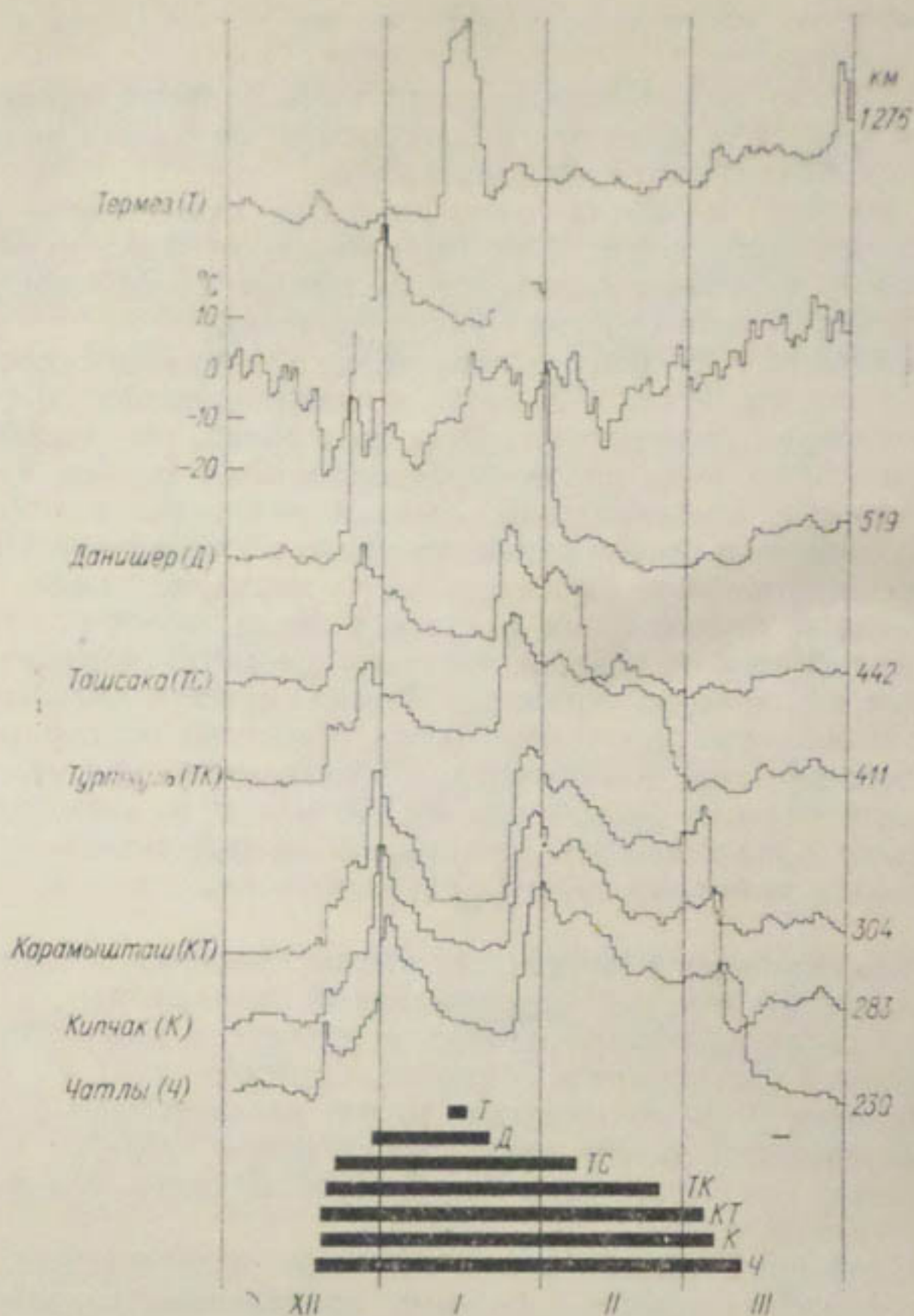


Рис. 15. Ежедневные уровни Амударьи и температура воздуха в Ургенче зимой 1948/49 г.

На нижней Амударье, от Данишера и ниже, были отмечены характерный подъем уровня при замерзании и низкий уровень при ледоставе, указывающие на далекое продвижение кромки льда вверх по реке, что и наблюдалось на самом деле. Интересно, что низкий уровень держался очень долго, около полумесяца, что может быть объяснено только пониженным расходом воды, вызванным, в свою очередь, аккумуляцией воды в русле и в разливах. Действительно, расход воды на посту Чатлы с $750 \text{ м}^3/\text{с}$ (предлеставный) 15 декабря уменьшился до $350 \text{ м}^3/\text{с}$ (24 января), а на пике паводка вскрытия 30 января достиг $900 \text{ м}^3/\text{с}$.

Слив воды из верхней части Амударьи (выше Ильчика) вызвал хорошо выраженный паводок вскрытия на остальной части реки, находившейся под ледяным покровом. На посту Данишер (519 км) этот паводок вызвал подвижки льда, разрушившие пост. Ниже разрушений ледяного покрова не было отмечено, хотя уровень и достигал столь большой высоты, что органы Министерства водного хозяйства сообщили об угрозе наводнений в нескольких местах. Слив воды в Термезе начался 17 января, а начало паводка вскрытия было отмечено на постах Данишер 21 января, Ташсака 23 января, Турткуль 24 января, Карамышташ 25 января, Кипчак и Чатлы 26 января. Подъем уровня на Хорезмской части Амударьи достигал 1,5 м, а на разрушенном посту Данишер он мог быть и больше. Указанная хронологическая последовательность в перемещении характерных точек уровня (рис. 15, табл. 13) указывала на

Таблица 13

Даты характерных соответственных уровней
зимой 1948/49 г.

Пост	Пик	Подъем	Пик	Впад.	Пик	Примечание
Термез					26 I	своб.
Бассага					27 I	»
Керки					27 I	»
Чарджоу					30 I	»
Ильчик					1 II	»
Ташсака	28 XII	23 I	25 I	31 I	3 II	лдст.
Турткуль	28 XII	24 I	26 I	1 I	4 II	»
Карамышташ	30 XII	25 I	29 I	3 II	6 II	»
Кипчак	31 XII	26 I	30 I	3 II	7 II	»
Чатлы	1 I	26—27 I	31 I	4 II	8 II	»

то, что имел место действительный паводок, т. е. повышение уровня было вызвано увеличением расхода воды, а не чем-либо другим. Употребляя ранее примененную терминологию, можно сказать, что этот паводок имел расходное, а не подпорное происхождение, что высокий подъем уровня указывал на большие массы воды, зарегулированные ледоставом в верхней части реки.

Замечательным в эту зиму является низкое положение уровня воды в середине зимы, продолжавшееся в Хорезмском оазисе половину месяца во время январских холодов. В середине зимы на этом участке уровень воды обычно превышает предледоставный уровень на 1,0—1,5 м, теперь это превышение составило в Ташсаке, Турткуле и Карамышташе всего 50 см, в Кипчаке 80 и в Чатлах 60 см. Такое низкое положение уровня в нижнем течении реки можно объяснить отчасти малой величиной расхода воды, связанной с изъятием больших количеств воды в верхнем течении, но в общем это был отрицательный паводок замерзания, противоположный положительному паводку вскрытия.

Надо полагать, что во время январских холодов ледостав на Амударье в Хорезмском оазисе был толстый и прочный (мало полыней) и поэтому вызывал повышенное стеснение русла реки, что должно было бы приводить к повышенному уровню воды, но этого не было благодаря пониженному расходу воды. Отсюда следует практический вывод: большая сплошность ледяного покрова не обязательно влечет за собою высокий уровень воды, он может быть и пониженным, если пониженным будет расход воды.

Объясним еще одну особенность рассматриваемой зимы на хорезмском участке реки. В первые дни ледостава уровень был низкий — это быстро двигалась вверх кромка льда, создавая отрицательный паводок замерзания; уменьшение расхода воды было столь интенсивным, что почти полностью компенсировало зазорное повышение уровня воды (зазорный подпор). Дней через десять произошло быстрое повышение уровня на значительную величину с максимумом 27 декабря в Ташсаке и 1 января в Чатлах. Это восстанавливался расход воды после наполнения русловых и пойменных емкостей при прекращении движения кромки льда вверх в связи с наступившим потеплением. С возобновлением холодов кромка льда снова пошла вверх, расход воды на постах хорезмского участка стал уменьшаться, а с ним падал и уровень воды.

Зима 1948/49 г. представляет интерес еще потому, что на всех постах Хорезма уровень долгое время оставался почти неизменным; значит, не менялись и расходы как во времени, так и по длине реки. Это обстоятельство могло бы помочь решать вопросы, связанные с определением истинных расходов воды. Жаль, что в эту зиму только по одному посту имелись материалы, достаточные для определения ежедневных расходов.

Зима 1942/43 г. характерна сильным падением уровня воды при ледоставе в Чатлах с 17 января и в Кипчаке с 16 января. Это произошло из-за того, что кромка льда долгое время, целый месяц, блуждала между Кипчаком и Турткулем, а потом, после наступившего 14 января сильного похолодания, быстро пошла вверх: 18 января ледостав одновременно был отмечен в Карамышташе и Данишере, находящихся на расстоянии 220 км. Этот случай интересен тем, что явление произошло на участке с густой сетью постов, когда можно было легко проследить влияние движения кромки льда на уровень. О. П. Чижов по поводу этой зимы замечает, что в Чатлах, Кипчаке и Карамышташе замерзание реки произошло при высоком уровне воды, поэтому последующие уровни высокими не были; наоборот, в Турткуле и Ташсакe река замерзала при низком уровне, поэтому последующие уровни были высокими. На самом деле, на первых двух постах это правило не оправдывается. На последних двух оно оправдалось и имеет под собою основание: если замерзание происходит при временно пониженном расходе воды, то при восстановлении расхода до нормальной величины уровень воды повысится и будет выше, чем он был при замерзании (впрочем, не обязательно вообще высоким).

Эта зима являет нам еще один интересный пример: если кромка при движении ее против течения останавливается несколько выше поста, т. е. пост оказывается в верхнем конце длинного ледяного поля, выше которого простирается длинный участок без льда, то уровень воды при замерзании может оказаться высоким, так как не будет заметного изъятия воды на наполнение русла выше поста и тем самым не будет уменьшения расхода воды, а с ним и существенного снижения уровня по этой причине. Заметим, что уровень в подобных случаях может и не быть высоким, например, когда пост попал в короткую ледяную перемышку, ниже которой простирается длинная полынья; несмотря на относительно большой расход, уровень не становится высоким, так как не происходит большого стеснения русла.

Зима 1950/51 г. Кромка льда блуждала около Дарган-Аты, где река три раза замерзала и три раза вскрывалась. В Данишере при ледоставе наблюдались большие колебания уровня: падение при похолодании и повышение при потеплении. На похолодания река отчетливо отзывается падением температуры воды и затем шугоходами в Чарджоу. Очень хорошо проявилась зависимость колебаний уровня воды от колебаний температуры воздуха. При похолодании кромка двигалась против течения, лента ледяного покрова удлинялась, выше кромки льда возникали забереги, и вследствие всего этого ниже кромки уменьшался расход воды, а с ним падал и уровень. При потеплении ледяной покров и забереги таяли, кромка двигалась по течению, задержанная ранее вода сливалась, и от этого расход увеличивался, а с ним повышался и уровень. То что колебания уровня связаны с расходом, а не с подпором, подтверждается повторением пиков и впадин по длине реки с закономерным отставанием по времени (табл. 14). То, что изменение уровня происходило благодаря движению кромки, подтверждает трехкратное вскрытие реки у Дарганаты при потеплении и замерзание при похолодании.

Окончательно река вскрылась с заторными пиками уровня на постах от Дарган-Аты до Чатлов и без пиков в дельте.

В этот год длинная зима повлекла заторные явления и наводнения в районе Ташсаки.

По табл. 14 мы нашли среднюю скорость движения пиков и впадин, которая оказалась одинаковой для пиков и впадин для двух участков: Ташсака — Чатлы и Чатлы — Темирбай и равной в среднем 72 км/сутки, т. е. такой же, как и для Сырдарьи.

Зима 1962/63 г. В декабре хорошо прослеживается влияние ледостава на ход уровня воды. В Турткуле весь месяц — плавное падение уровня, указывающее на отсутствие подпора и медленное равномерное уменьшение расходов воды.

В 107 км ниже, в Карамышташе, наступление 13 января ледостава вызвало в тот же день резкий рост уровня подпорного происхождения, который продолжался еще несколько дней, но не столь быстро. На день раньше наступил ледостав у Кипчака. Начавшееся где-то между Чатлами и Кипчаком (230—283 км) движение

Таблица 14

Даты наступления пиков (п) и впадин (в) при ледоставе зимой 1950/51 г. на постах р. Амударьи

Пост	Рас- стоя- ние от устья, км	XII				I					II					
		п	в	п	в	п	в	п	в	п	в	п	в	п	в	п
Данишер	519	1	19—20	21	24—25	1—3	6	13—14	18	24	1—4	6	10	13—18		
Ташсака	442	6—10	19—21	23	26	4	9	15	19	25	4	8—9	12	20		
Турткуль	411	8—9	20—21	23	27	4—5	10	15	20	26	3—6	9—10	12	20		
Қарамышташ	304	11	22—23	25	28—29	7	11	17	22	28—29	5—6	11	14	22		
Қипчак	283	11—12	22—24	25—26	28—29	8	12	18	22	29	6—7	11	14	23		
Чатлы	230	13—19	23—24	27—28	28—29	8	12	19	23	30	7	11—13	15	24		
Техник-Аул	48	16—17	26—27	29—30	31	10—11	15	20	25	1	10—11	14	16	25		
Темирбай	18	15—19	26—27	29	31	11—12	16	21	25	1—2	11	9—10	14	17—18	25—26	
Время пробега																
Ташсака— Чатлы	212		3,5	4,5	2,5	4	3	4	4	5	3	3,5	3	4	19	25
Среднее															3,2	4,2
Чатлы— Темирбай	212		3	3	2,5	3,5	4	3	2	2,5	2,5	3	3,5	2,5	17,5	17,5
Среднее															2,9	2,9

Примечание. Среднее время пробега на участке Ташсака—Темирбай 6,6 сут.; средняя скорость 65 км/сут.

кромки льда вверх вызвало уменьшение расхода воды, которое очень хорошо отразилось падением уровня воды на постах Чатлы и Тахъятас, где уже давно установился ледостав.

16 декабря в Чатлах (на 230 км) началось повышение уровня, знаменующее собою увеличение расхода воды, а двое суток назад, т. е. 14 декабря оно должно было начаться на 374 км (скорость паводка принимается 72 км/сутки), т. е. в 70 км выше Карамышташа. На этом месте кромка достигала (по расчету) своего наивысшего положения и пошла обратно вниз. До 14 января в Карамышташе могло происходить уменьшение расхода воды из-за продолжающегося движения кромки льда вверх. Оно-то и поддерживало замедленное подпорное повышение уровня воды на этом посту. Этого не случилось в Чатлах, где уровень почти достиг своего высшего значения в первый день ледостава, так как кромка льда далеко не пошла. Возможно и другое объяснение. В Карамышташе голова перемычки-зажора образовалась на посту, ниже была длинная полынья, благодаря которой подпор на посту не мог сразу стать большим. Полынья постепенно замерзала, и подпор постепенно увеличивался. Наоборот, на посту Чатлы перемычка образовалась ниже поста, и подпор от нее сказывался на посту еще дня за три до ледостава. Когда же хвост перемычки достиг поста и на посту, таким образом, наступил ледостав, пост оказался в верхней части длинного, а потому мощного зажора. Это и вызвало быстрый рост уровня в день ледостава. Скорее всего действовали обе причины.

После того как осуществилось вскрытие, уровень в Кипчаке продолжал оставаться высоким, а в Карамышташе даже продолжал возрастать. Это можно было бы объяснить затором льда, но в Кипчаке ледоход не показан, да и ход уровня в Чатлах этому противоречил. На этом посту пик уровня, а следовательно, и расхода наблюдался 21 января, в таком случае пик расхода в Кипчаке должен пройти 20 января и в Карамышташе 20—21 января, т. е. тогда, когда уровни на обоих постах уже падали. Значит, высокий уровень воды после вскрытия имеет не подпорное, а расходное происхождение, или, говоря более осторожно, не столько подпорное, сколько расходное. Затор образуется не сам по себе, его делает увеличивающийся расход воды.

В Карамышташе и Кипчаке к концу января вся ранее зарегулированная вода уже была слита и уровень, будучи безподпорным, установился на предледоставных отметках; можно было бы думать, что и расход воды остался таким же, каким бы был перед ледоставом. Однако в Чатлах, где был ледостав, в конце декабря уровень оказался значительно ниже, чем в начале января. То же самое наблюдалось и в Тахъятасе и на других нижерасположенных постах; значит, или расход воды на этих постах стал меньше (увеличение забора воды в каналы) или пропускная способность русла увеличилась: лед стал более гладким, уменьшилось количество подледной шуги и увеличились размеры и число полыней по причине теплой погоды. Без надежных сведений о расходах воды на этот вопрос ответить трудно.

11. ОБ ИЗМЕНЕНИИ УРОВНЯ ВОДЫ ПРИ ЗАМЕРЗАНИИ РЕКИ

При замерзании реки на посту создавшееся стеснение русла ледяным покровом и шугой приводит к повышению уровня воды, которое продолжается несколько дней, пока уровень не примет некоторого установившегося значения, соответствующего тоже установившемуся расходу воды. Этот рост уровня происходит не непрерывно, а на некоторое время прерывается или даже переходит на день — два в падение, а затем снова возобновляется. На гидрографе это явление напоминает канцелярскую «птичку».

Сама по себе «птичка» практического интереса не представляет, но она интересна тем, что позволяет пролить свет на механизм колебания уровня воды при ледоставе. Поэтому рассмотрим вопрос о ней подробнее.

При неизменном русле существуют две причины изменения уровня воды: расходная и подпорная.

Расходная причина: в связи с изменением расхода воды в створе поста, при прочих равных условиях, в том же направлении меняется и уровень, площадь водного сечения и средняя скорость течения.

Подпорная причина. При неизменном расходе воды площадь водного сечения может возрасти благодаря стеснению русла шугой, а с увеличением площади будет возрастать уровень воды. Стеснение русла тем больше, чем больше удельная стесненность (на единицу ширины) и чем длиннее зажор вниз от поста. Предельный случай — глухая плотина, за которой уровень будет повышаться беспрестанно, пока вода не обойдет плотину. Переливание воды через зажор невозможно, так как тело зазора всплывает. Уменьшение стеснения русла может происходить, в частности, от образования ходов в теле зазора; при уменьшении числа ходов и площади их сечения стеснение растет.

После образования зазора-перемычки ниже поста уровень на посту растет по мере приближения кромки льда к нему за счет удлинения зазора; уровень продолжает расти и после того как на посту установился ледостав, что можно было бы отнести лишь за счет уплотнения зазора. Для объяснения «птички» пришлось бы допустить, что стеснение русла сначала увеличилось, затем уменьшилось, потом снова увеличилось. Можно понять уменьшение стеснения русла из-за упорядочения льдин в зазоре, но тогда непонятно, почему стеснение снова стало увеличиваться. Можно предположить, что стал удлиняться зажор в направлении вниз от поста и из-за этого стало увеличиваться стеснение русла. Все это в отдельных случаях возможно, но оно не объясняет систематического появления «птички» на гидрографе уровня.

В качестве примера можно сослаться на гидрограф Данишера (рис. 8), где «птичка» проявилась весьма рельефно; в Тюямуюне она выразилась замедлением роста уровня, в Ташсаке — более длительным провалом и т. д. Может быть, «птичка» — следствие

упорядочения ледяных масс в зажоре, которое происходит в первые дни существования зажора на посту, после чего пропускная способность возрастает и уровень падает. Но возникает вопрос, почему дальше уровень снова растет и растет долго? Известно, что он растет за счет восстановления расхода. Значит, «птичка» получается благодаря сочетанию подпорных и расходных причин. Но в таком случае можно обойтись и без гипотезы об уменьшении сопротивления льда течению воды, как это видно на рис. 16.

Схема повышенной зажорности в первые дни с ледоставом нового не вносит, лишь «птичка» становится глубже. Главное в образовании «птички» — сначала уменьшающийся, а потом возрастающий расход.

«Птичка» также может быть объяснена существованием мест больших разливов, когда в течение некоторого времени изымается большой расход, который после наполнения емкости восстанавливается до нормального.

Отсутствие «птички» указывает на то, что кромка льда далеко от поста не ушла или что благоприятное расположение пере-

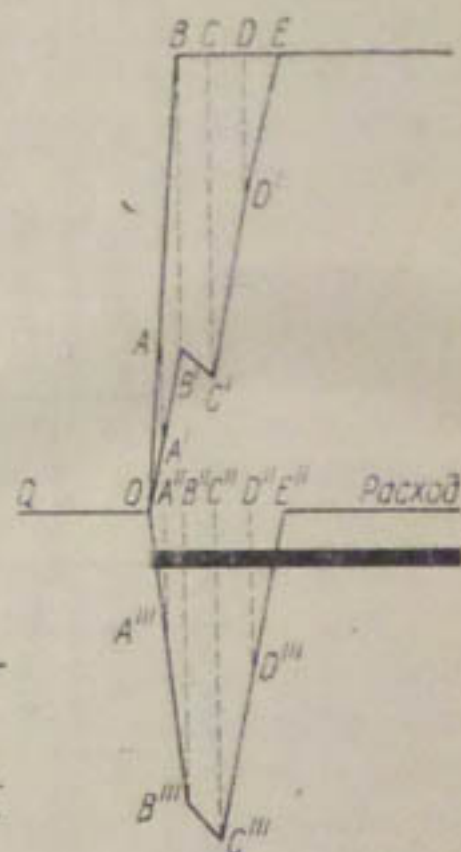


Рис. 16. Схема возникновения «птички».

$OABE$ — уровень при $Q=Q_0$ (возможный); $OA'B'C'E'$ — фактический уровень; OA''', B''', C''', E'' — расход, выраженный через уровень; $A''A'''=AA'$, $B''B'''=BB'$.

мычки-зажора по отношению к посту сглаживает «птичку». «Птичка», появившись на гидрографе какого-либо поста, ниже по течению зачастую углубляется.

Мы рассмотрели многие гидрографы, и оказалось, что «птички» можно обнаружить почти в каждую зиму. Случается, что вместо «птички», т. е. впадинки на гидрографе, образуется ступенька или только замедленный подъем. Бывает, что «птички» вовсе не бывает и уровень воды одновременно с установлением ледостава поднимается до наибольшей или почти наибольшей величины, а в дальнейшем существенно не меняется. Это указывает на то, что в ледяных зажорах бывает зарегулировано мало воды; в частности, это бывает тогда, когда кромка льда выше поста уходит на небольшое расстояние. Кроме того, играет роль и начальная ледяная перемычка своим положением относительно поста. Если при указанном условии вначале зажор сформировался на посту или несколько ниже поста, нужно ждать быстрого подъема уровня; если пост оказался несколько ниже головы зажора в длинной полынье-разводьи, дело может ограничиться довольно плавным и небольшим подъемом уровня.

В табл. 15 рассмотрено несколько зим с «птичками». Часть из них ниже по течению переходит во впадины, часть остается «птич-

Таблица 15

Движение «птички» уровня на р. Амударье

Расстояние от устья, км	Дата	Вид	Дата	Вид	Дата	Вид	Дата	Вид	Дата	Вид	Дата	Вид
	I — 1955		I — 1956		I — 1961		II — 1961		XII — 1962		I — 1963	
442	9	пт										
411	11	»										
304	13	»	5	пт	2—4	пт					9	пт
283	13	»	6	»	2—4	вп			14	пт	10	»
230	14	»	7	вп	1—4	»			15	вп	11	вп
202	14	»	9	пт	6	»			17	»	12	»
173	15	»	8—9	вп	3	»	6	пт	16—17	»	11—12	»
128	15	»	9	»	4	»	6	вп				
102	16	»	10	»	4	»	6	»				
69	16	»	10	»	5	»	7	»				
36	16	»	11	»	6	»	7	»				
18			11—12	»	6—7	»	7	»				

Примечания: пт — «птичка», вп — впадина. Средняя скорость на участке 283—173 км = $100/2,1 = 53$ км/сут, на участке 173—36 км = $137/2,6 = 53$ км/сут. Средняя скорость, вычисленная по всем случаям, $1084/19 = 57$ км/сут.

ками». Дно «птички» перемещается со скоростью в среднем 57 км/сутки. Число это оказалось меньше ранее найденной скорости движения пиков и впадин 65 км/сутки. О причине этого расхождения мы пока не говорим, она может оказаться случайной. В дальнейшем этот вопрос будет рассмотрен подробнее, а пока нам важно было установить, что впадины на зимнем гидрографе, большие и малые «птички», имеют расходное происхождение; точнее, они отражают в уровне изменение расходов воды. К этому мы пришли, установив, что «птички» движутся вниз вслед за расходом воды, а не вверх вслед за холодом, создающим подпор (замерзание полыней, затягивание под лед шуги). По-видимому, чаще всего «птичка» появляется на третий день после начала резкого повышения уровня во время замерзания, т. е. уровень быстро повышается два дня, а на третий день происходит падение.

«Птичка» может появляться еще до начала ледостава в виде узкой впадины в меженном уровне воды. На посту Казалинск на р. Сырдарье это случается довольно часто, на других постах реже, а на Амударье и совсем редко. Надо думать, что частое появление «птички» только на некоторых постах и редкое на других указывает на особое строение участка реки выше поста с «птичкой». На Сырдарье, как и на Амударье, первый зажорный ледостав образуется в устье реки, а затем скачками идет вверх по реке, так что каждый последующий зажор-перемычка возникает немного выше предыдущего, в зоне его подпора. Но кромка такого прерывистого ледяного покрова еще не дошла до поста у г. Казалинска, а выше поста возникает уже второй базовый зажор, вверх от которого начинается распространение своего нового ледостава, уменьшающего расход воды, что и вызывает падение уровня еще до ледостава на Казалинском посту. Это обстоятельство усугубляется легкой возможностью выхода реки из берегов выше города. Все это подтверждает высказанное ранее соображение о влиянии на форму гидрографа местоположения ближайшей ледяной перемычки и мест разливов по отношению к посту. Итак, «птички» разного вида, несомненно, имеют расходное происхождение, т. е. вызваны уменьшением расхода воды на посту; зимой, в межень, это может быть вызвано подпорными явлениями, происходящими где-то выше поста. Это может быть наполнение русла водой при быстром движении кромки льда вверх по реке, т. е. задержка воды в русле на большом его протяжении за счет повышения уровня воды. Аккумуляция воды может происходить также на сравнительно коротком участке, если вода будет широко разливаться по низменным местам.

Места разлива могут находиться как близко, так и далеко от поста и наступить и позже и раньше. Из-за этого определится положение описанной «птички» — впадины на гидрографе уровня по отношению к наступлению ледостава на посту. Появление впадины раньше наступления ледостава укажет на то, что ледостав наступил сначала выше поста, где произошла аккумуляция воды, что и привело к появлению впадины на посту.

Когда ледостав наступает сначала на постовом участке, а потом на вышерасположенном зажорном, зажорная впадина окажется на восходящей ветви графика уровня; в частности, она может выразиться лишь в замедлении роста уровня. Когда движение кромки льда вверх прекращается и возобновляется спустя некоторое время, зажорная впадина может наступить на то время позже. Аналогичное будет наблюдаться при зажорном процессе, происходящем вдали от поста; в таком случае впадины вниз по течению легко проследить от поста к посту, что мы неоднократно и делали.

12. ВЫСШИЙ ЗИМНИЙ УРОВЕНЬ ВОДЫ

Высший зимний уровень был определен за октябрь — март. Таблицы ежемесячных высших уровней, из которых были получены высшие зимние уровни, составлены по данным гидрологических ежегодников, но в некоторых случаях они были пересчитаны. Выводные данные приведены в приложении 7.

Пересчет уровней сводился к следующему:

а) при изменении высоты нуля графика без переноса поста все уровни приводились к последнему нулю графика;

б) когда пост переносился на небольшое расстояние, делалась увязка уровней старого и нового постов и пересчет показаний старого поста к показаниям нового. В качестве исключения такой пересчет был сделан и для двух значительно удаленных (на 46 км) постов: уровни поста Турткуль (1938—1964 гг.) были приведены к уровням поста Коккуз (с 1964 г.). Это было сделано для того, чтобы не потерять длинный ряд наблюдений на закрытом очень важном посту Турткуль, так как короткий ряд наблюдений на посту Коккуз в данном случае мало полезен;

в) случаются перерывы в наблюдениях из-за разрушения поста ледоходом или затопления его высокими водами. В таких случаях брался самый высокий отмеченный наблюдениями уровень или делались попытки восстановить пропущенный уровень, хотя бы и грубо. Способы пересчета уровней и их восстановления указаны в приложении 7.

Далее из приложения 7 была составлена сводка высших уровней за октябрь — март, расположенных в убывающем порядке для удобства сравнения со сведениями об опасных ситуациях и вычисления обеспеченности по формуле

$$P = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100\%,$$

где m — порядковый номер уровня в убывающем ряду и n — общее число случаев.

Обеспеченность P уровня H_1 интерпретируют как вероятность превышения уровнем H заданного значения $H = H_1$, но можно ее интерпретировать и как порядковый номер уровня (с некоторой поправкой) в его нисходящем ряду, приведенному к столетнему ряду.

Она тем меньше, чем выше уровень. Последнее обстоятельство позволяет рассматривать обеспеченность P как особым образом трансформированный уровень, иначе, уровень, подвергшийся особой анаморфозе. Известны логарифмическая, квадратическая и прочие функциональные анаморфозы, от которых наша анаморфоза отличается тем, что не является функциональной в обычном понимании этого слова.

Разная длительность имеющихся рядов высших уровней (приложение 7) затрудняет сравнение постов, поэтому пока ограничимся рядом в 20 последних зим — с зимы 1951/52 г. по зиму 1970/71 г., когда сведения об уровне имеются почти по всем 12 постам, начиная от Данишера, кончая Темирбаем. Зимы этого ряда расположены в порядке убывания его членов для каждого поста (табл. 16). Первые десять зим из всего двадцатилетнего ряда были условно названы «многоводными», остальные «маловодными». Оказалось, что по строкам зимы расположились вперемежку, так что каждая конкретная зима попадала в разряд то «многоводной» (на одних постах), то «маловодной» (применительно к другим постам). Например, зима 1961/62 г. была «многоводной» только на одном посту Тахъятас, а зима 1956/57 г. — на девяти постах. При этом не было ни одной зимы, которая была бы «маловодной» на всех постах, т. е. все зимы были «многоводными» хотя бы в одном месте. Разнобой в условной «многоводности» по длине реки указывает, что высшие зимние уровни определялись не только расходом воды, а и подпором, связанным с ледовыми явлениями, притом в разной степени. Это же указывает на то, что в каждую зиму можно ожидать опасной ситуации, если не везде, то по крайней мере на каком-то коротком участке реки.

Выберем теперь другой, более жесткий критерий многоводности: назовем первые пять зим в двадцатилетнем убывающем ряду «сильно многоводными», вторые пять — «среднемноговодными» и остальные десять зим — «маловодными» (табл. 17). Из табл. 17 следует, что «сильно многоводные» зимы бывают уже не каждый год: 7—8 зим из 20-ти не были «сильно многоводными». Пестрота в «многоводье» по длине реки стала меньше, а в две зимы (1953/54 г. и 1968/69 г.) река была «сильно многоводна» почти на всем протяжении, где был ледостав. Своеобразно вел себя самый нижний пост Темирбай: в самую многоводную зиму 1968/69 г. река на этом посту не была «сильно многоводной», а самый высокий уровень воды наблюдался в далеко не многоводную зиму 1960/61 г.

Если из табл. 17 исключить посты дельты, где режим реки своеобразен, посты теснин Тюямуюн и Данишер, где ледостав бывает нечасто, и ограничиться Хорезмским оазисом, границы которого обозначены постами Ташсака (442 км) и Чатлы (230 км), обнаружим хотя и более, но все же не очень-то согласную картину: только в двух указанных многоводных зимах весь этот участок был сильно многоводен, в другие зимы только на одном — двух, реже трех постах река была сильно многоводна. В половине случаев зимы на всем этом участке не были сильно многоводными.

Высшие за октябрь—март уровни за 20 зим (1951—1971 гг.) в убывающем порядке (гидрологический год, обеспеченность в %)

№ п/п	Те- мир- бай 18		Занр 69, 66		Кы- зыл- джар 102		Рау- шан 127		Тахъ- ятас 173		Чат- лы 230		Кип- чак 283		Кара- мыш- таш 304		Кок- куз, Турт- куль 365, 411		Таш- сака 442		Тюя- муюн 458		Дани- шер 519		Всего зимо- постов		Число без- опас- ных зим
1	61*	3	54	3	69	3	57	4	56*	4	54	6	69	11	70	2	64	2	69	2	69	5	60*	11	9	3	3
2	59*	8	60*	8	60*	8	69	8	57	10	69	9	54	14	69	7	69	8	54	4	60*	15	56*	14	7	5	3
3	63*	13	69	13	57	13	53*	14	69	15	56*	13	59*	17	54	12	59*	35	55	6	65*	21	60	17	6	6	5
4	54	17	50*	18	61*	17	60*	19	55	21	53*	23	64	25	64	14	54	38	53*	13	57	34	64	29	7	5	4
5	57	22	53*	23	53*	22	54	24	60*	27	55	35	56*	31	59*	17	65*	41	60*	24	53*	40	57	35	4	8	5
6	60*	27	58*	28	56*	27	61*	30	63*	33	57	44	71	40	71	20	55	44	56*	26	64	44	53*	38	5	7	6
7	69	31	59*	33	54	31	55	35	59*	38	63*	46	61*	43	55	22	60*	50	57	40	55	50	65*	44	6	6	5
8	66*	36	55	38	58*	36	56*	40	61*	45	61*	51	63*	46	53*	32	70	53	64	42	56*	53	67*	50	3	9	6
9	56*	40	61*	43	52	40	58*	45	65*	50	64	56	55	49	57	35	53*	62	65*	44	54	60	54	53	6	6	5
10	55	50	63*	48	63*	45	59*	50	62*	55	52	58	53*	51	56*	40	71	65	67*	51	67*	63	52	59	4	8	6
11	58*	55	66*	52	64	50	64	56	70	62	59*	61	57	54	63*	42	56*	68	71	58	70	66	59*	62	6	6	5
12	64	60	64	57	59*	60	63*	61	67*	67	70	65	62*	66	61*	45	68	71	68	60	62*	69	70	65	6	6	5
13	62*	64	52	62	55	64	70	66	58*	73	60*	75	65*	69	60*	50	67*	74	70	69	58*	72	62*	68	4	8	5
14	53*	69	57	67	70	69	65*	71	64	79	65*	84	60*	72	65*	52	63*	77	52	71	59*	79	68	71	5	7	5
15	65*	75	65*	72	65*	73	62*	76	66*	85	62*	87	70	78	67*	70	57	80	59*	74	68	82	55	74	4	8	5
16	67*	78	70	77	62*	78	67*	82	68	90	67*	89	67*	83	68	73	52	86	66*	76	52	85	71	80	6	6	3

17	52	83	62* 82	67* 83	66* 87	71	96	71	91	52	86	62* 80	62* 89	62* 80	71	88	63* 83	5	7	4
18	70	87	67* 87	66* 87	71	92		58*	94	66*	89	52	86	61* 92	61* 85	66* 91	58* 89	3	8	4
19	68	92	71	92	71	92	68	96	68	96	68	95	66* 91	66* 95	58* 89	61* 95	66* 92	6	5	3
20	71	97	68	97	68	97		66*	98	58*	98	58*	96	58* 98	63* 94	63* 98	61* 98	3	7	4

Число безопасных зим

1—5	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	2	33	27
6—10	3	4	3	4	5	2	3	2	2	3	2	3	24	36
1—10	6	7	6	6	7	4	5	3	4	5	5	5	57	63

Число опасных ситуаций

В 10 много-
говод-
ных зи-
мах

4	3	5	4	3	6	5	7	6	5	5	5	58
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

В 10 ма-
ловод-
ных зи-
мах

5	6	4	5	6	3	4	2	3	4	4	4	50
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Примечания: * — безопасные зимы; обеспеченность приведена из полных рядов.

Таблица 17

Сильно многоводные зимы (первые пять из двадцати в убывающем ряду) с 1951/52 по 1970/71 г.

Посты, км		Гидрологические годы																			
		1951/52	52/53	53/54	54/55	55/56	56/57	57/58	58/59	59/60	60/61	61/62	62/63	63/64	64/65	65/66	66/67	67/68	68/69	69/70	70/71
Темирбай,	18			4×			5×		2		1		3								
Байгужа,	66		5	1		4				2									3×		
Кызылджар,	102	×	5				3×			2	4								1×		
Раушан,	127	×	3	5			1			4									2×		
Тахъятас,	173	×	?	(1)	4	1	2×			(5)									3×		
Чатлы,	230		4	1×	5	3		ч								ч			2×		
Кипчак,	283	ч		2×		5		ч	3					4		ч			1×		
Карамышташ,	304	4		3×	7×			ч	5					4		ч			2×	1×	
Коккуз,	365	ч		4×	6	6		ч	3		ч	ч		1×	5	ч		(12×	2×	×	
Турткуль,	411													×							
Ташсака,	442	ч	4	2	3			ч	ч	5	ч	ч	ч			ч			1×	ч	
Тюямуюн,	458	ч	5				4	ч	ч	2	ч	ч	ч		3	ч			1	ч	
Данишер,	519	ч	ч	ч	ч	2	5	ч	ч	1	ч	ч	ч	4		ч			3	ч	ч
Число много- водных зимо- постов		0	6	9	3	5	6	0	4	6	2	0	1	4	2	0	0	0	11	(1)	0

Примечания: 1) числа в клетках — порядковые номера высшего за X—III уровня в нисходящем ряду; 2) ? — не было наблюдений; 3) ч — число (ледостава, зажоров и заторов не было); 4) пустая графа — уровень был ниже пятого по счету уровня в нисходящем ряду; 5) скобка — восстановлено (1954 г.) и сомнительно; 6) × — были опасные ситуации; крестики на границах строк указывают на опасное явление, происходившее между постами.

Мы рассмотрели сокращенный двадцатилетний ряд, чтобы иметь возможность сделать более обоснованное сравнение для всего пятисоткилометрового участка реки от Данишера до моря. Теперь рассмотрим более длинный 44-летний период — с зимы 1927/28 г., когда сведения об опасных ситуациях стали появляться более или менее регулярно.

Теперь нельзя воспользоваться порядковым номером уровня в нисходящем ряду как сравнимой характеристикой высоты уровня воды на посту, так как длины рядов были слишком различны. Пришлось использовать приложение 7, где наряду с уровнями даны и их обеспеченности.

Превращение максимального уровня воды, взятого в сантиметрах, в проценты обеспеченности преследовало цель получить картину изменения уровня воды по длине реки. На рис. 17 для примера даны подобные графики за зимы 1966/67—1970/71 гг.

Обеспеченность, как показатель высоты уровня воды, оказывается нерепрезентативным индексом для постов, где ледостав бывает редко. На таких постах малые меженные колебания уровня воды в сантиметрах становятся большими в процентах обеспеченности, т. е. перестают характеризовать подпорное влияние ледяного покрова на уровень воды (в этом отношении было бы лучше характеризовать уровень его нормированными значениями, что будет сделано в дальнейшем). Например, для поста Дарган-Ата за 1970/71 г. отмечен пик довольно низкой обеспеченности (40%), не являющийся подпорным. Это всего лишь бесподпорный осенний уровень (1 октября), почему-то оказавшийся несколько выше других осенних или весенних. Если исключить эти бесподпорные уровни, можно прийти к следующему выводу, частью отмеченному ранее при анализе других материалов.

По отношению к высоте уровня зимы обычно бывают пестрые, т. е. на одних постах уровни высокие, на других низкие (имеются в виду посты с ледоставом); только в немногие зимы уровни были высокими на многих постах. Это в первую очередь холодная зима 1968/69 г., когда высокие уровни (обеспеченность меньше 40%) наблюдались на всех постах от устья до Чарджоу. Затем идут зимы 1948/49 г., 1949/50 г. и 1953/54 г. При всем этом довольно часты зимы с группами многоводных постов (см. последнюю графу приложения 7).

В зимах второго типа обращает на себя внимание зима 1970/71 г., когда высокие уровни (обеспеченность меньше 40%) были только на близко расположенных постах Кипчак (283 км) и Карамышташ (304 км), а зимой 1969/70 г. высокий уровень был только на посту Карамышташ.

Графики типа рис. 17 были построены за то же время, что и таблицы обеспеченностей, т. е. с зимы 1927/28 г., но для нашей цели они имеют существенное значение только за последние 25 лет, когда были наблюдения на всех или почти на всех существующих теперь постах.

Естественно было предположить прямую зависимость высшего

по всей длине Амударьи ежегодного уровня (уровня наименьшей обеспеченности в данную зиму) от наивысшего положения кромки льда. Казалось бы, что чем выше поднималась кромка льда вверх по реке, тем холоднее была зима, тем продолжительнее ледостав, тем толще должен быть лед, тем больше скапливалось в русле воды и поэтому тем больше ее сойдет паводком вскрытия, тем

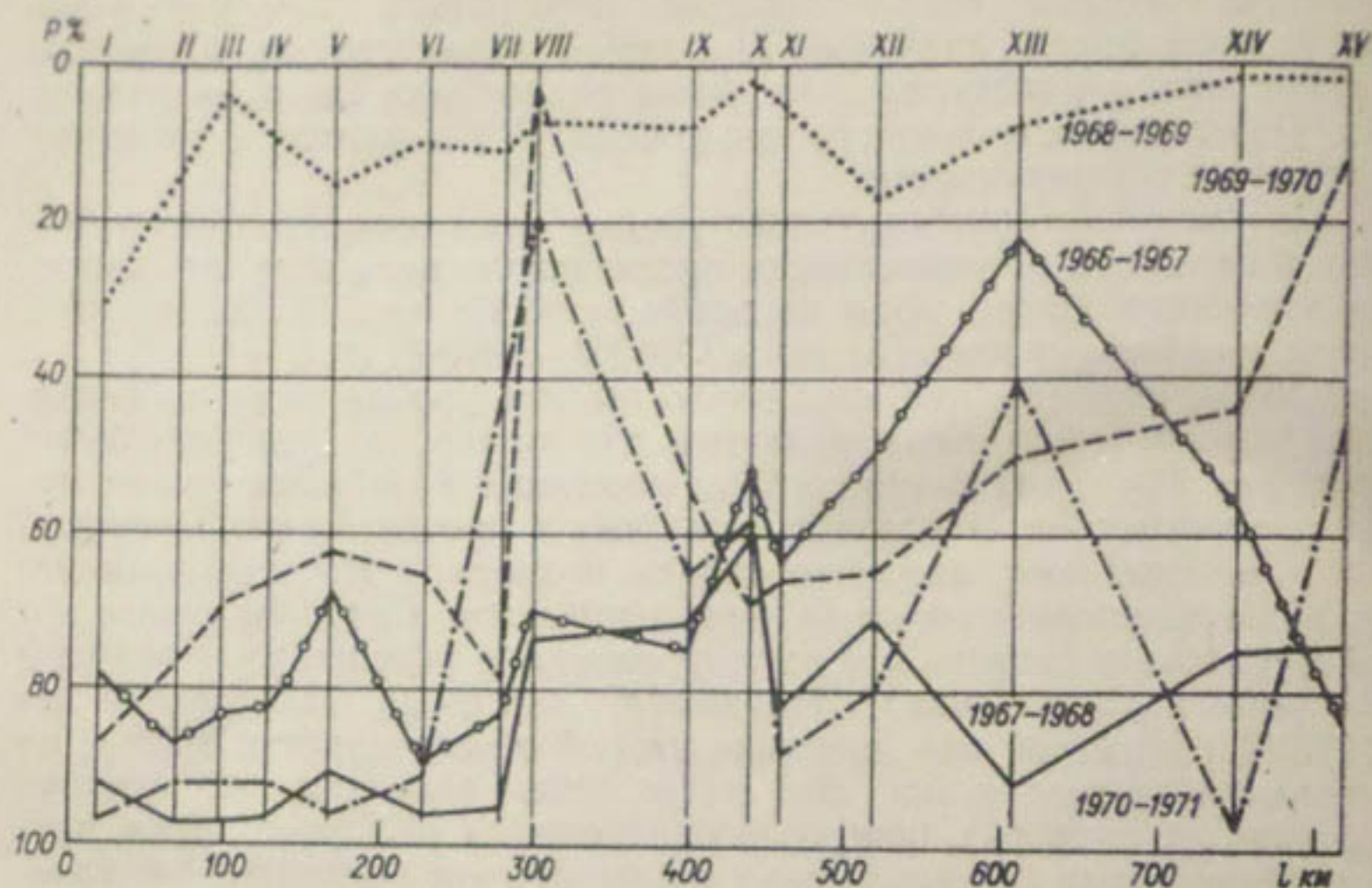


Рис. 17. Высшие за X—III уровни воды в процентах обеспеченности ($P\%$) в зависимости от расстояния поста от устья (l) за зимы 1941/42—1945/46 гг.

I — Темирбай, II — Заир, III — Кызылджар, IV — Раушан, V — Тахьятас, VI — Чатлы, VII — Кипчак, VIII — Карамышташ; IX — Турткуль, X — Ташсака, XI — Тюямуон, XII — Данишер; XIII — Дарган-Ата, XIV — Ильчик, XV — Чарджоу.

выше должен быть высший уровень при вскрытии. На самом деле (рис. 18) ожидаемой связи не получилось, она практически отсутствует, обнаруживается лишь тенденция такой связи. В частности, если кромка льда зимой не поднимается выше 350 км (район г. Бируни) то большей частью (86%) уровень воды не достигает обеспеченности 20%, т. е. не бывает высоким.

Этот график полезен для наглядного представления о распределении высоты высшего (по всей замерзшей части реки) уровня воды по интервалам его обеспеченности P (табл. 18).

Из рис. 18 можно также заключить, что наиболее часто (54% зим) кромка ледостава останавливается на участке от 400 до 550 км от устья.

Органический недостаток рис. 18 — нередко заниженные расстояния от устья до кромки льда и завышенные значения обеспеченности для ранних зим (двадцатые, тридцатые и сороковые годы), когда гидрометрическая сеть была редка.

Распределение высшего уровня воды по интервалам его обеспеченности

$P\%$	0—10	11—20	21—30	41—40	41—50	51—60	61—70	71—80
Число случаев	20	10	7	3	1	2	0	1
%	45	23	16	7	2	5	0	2

Замена уровня воды его обеспеченностью, кроме достоинств имеет и недостатки, главный из которых — отсутствие зависимости между изменениями обеспеченности и уровня, так как одному тому же приросту обеспеченности соответствуют самые различные приросты уровня — отсутствует производная $\frac{dH}{dP}$ (речь, как

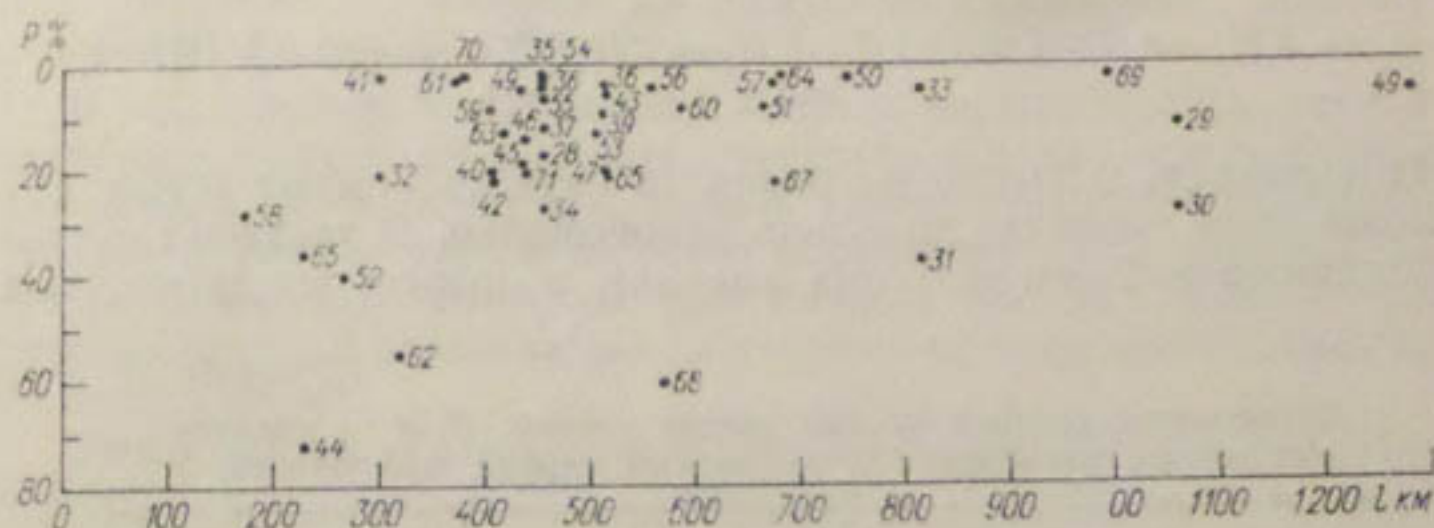


Рис. 18. Зависимость высшего уровня (в процентах обеспеченности) от высшего положения кромки льда l .

У точек — гидрологические годы (по январю); каждая точка отвечает одной зиме, но всем постам.

известно, идет об эмпирической кривой обеспеченности). Этот недостаток восполняется нормировкой уровня по формуле

$$h = \frac{H - \bar{H}}{\sigma} \cdot 100\%,$$

где $\bar{H}$ — средний уровень, σ — его среднее квадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (H_i - \bar{H})^2} \approx 1,25\theta,$$

θ — среднее абсолютное отклонение

$$\theta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |H_i - \bar{H}|.$$

Формулой

$$\sigma = 1,25\theta,$$

отвечающей нормальному распределению, можно воспользоваться для пересчета θ в более знакомую величину σ .

При вычислении θ полезно воспользоваться формулой

$$\theta = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^n H_i - \sum_{i=n+1}^N H_i - (2n - N) P \right],$$

где n — число случаев с уровнем больше среднего P и N — полное число случаев.

Эту формулу легко вывести следующим образом:

$$\begin{aligned} N\theta &= \sum_{i=1}^N |H_i - P| = \sum_{i=1}^n (H_i - P) + \sum_{i=n+1}^N (P - H_i) = \\ &= \sum_{i=1}^n H_i - nP + (N - n)P - \sum_{i=n+1}^N H_i = \sum_{i=1}^n H_i - \sum_{i=n+1}^N H_i - (2n - N)P. \end{aligned}$$

Изменчивость θ высшего уровня за октябрь — март (табл. 19) по длине реки меняется довольно закономерно. В теснинах пустыни (Данишер и Тюямуюн) она высокая, в оазисе между постами

Таблица 19

Многолетние средние высшие зимние уровни H и их средние абсолютные отклонения θ за полный период наблюдений N

Пост	км	N	$\bar{H}$	θ	$\sigma = 1,25\theta$
Октябрь—март					
Темирбай	18	21	290	44	55
Байгужа	66	20	361	50	62
Кызылджар	102	21	456	84	105
Раушан	127	19	428	114	142
Тахьятас	173	17	478	89	111
Чатлы	230	41	340	51	64
Кипчак	283	34	353	43	54
Карамынташ	304	39	370	52	65
Коккуз-Турткуль	365—411	33	625	46	58
Ташсака	442	44	389	49	61
Тюямуюн	458	31	342	65	81
Данишер	519	33	322	84	105
Дарган-Ата	611	21	244	63	79
Ильчи	750	31	239	28	35
Чарджоу	820	44	133	25	31
Ноябрь—февраль					
Данишер	519	33	302	99	124
Дарган-Ата	611	21	219	74	92
Ильчи	750	31	211	24	30
Чарджоу	820	44	158	26	32

Ташсака и Чатлы, наоборот, низкая (43—52 см); при переходе в дельту, где река глубже и уже, значительно сильно возрастает — до 114 см в Раушане, а перед впадением в море снова падает до 50 см и ниже. Верхняя дельта начинается около поста Чатлы, откуда река углубляется и суживается, что и отмечается некоторым увеличением изменчивости на посту Чатлы по сравнению с Кипчаком. Около Кызылджара начинается нижняя дельта, где вода получает возможность легко разливаться по болотистой местности, что и приводит к уменьшению изменчивости уровня на посту Кызылджар по сравнению с постом Раушан.

В оазисе повышенной изменчивостью уровня, естественно, выделяется пост Карамышташ, находящийся в теснине. Можно объяснить и несколько повышенную изменчивость на постах Турткуль и Ташсака по сравнению с изменчивостью на посту Кипчак: на первых двух постах чаще бывают зимы без ледостава, когда зазорные и заторные подъемы уровня отсутствуют, отчего увеличивается число крайних значений уровня за счет уменьшения числа средних. Впрочем, изменение θ настолько мало, что может быть объяснено и случайностью.

В приложении 8 приведены высшие нормированные уровни за октябрь — март в убывающем порядке. Связи между уровнями, данными в нормированном виде и в виде процентов обеспеченности, иначе, кривые обеспеченности нормированных уровней (рис. 19, 20) оказываются близкими для разных постов; поэтому можно сократить число этих кривых, объединяя кривые нескольких постов в одну кривую.

Этого нельзя сказать про посты Данишер, Дарган-Ата, Ильчик и Чарджоу, где мало зим с ледоставом, а уровни не отличаются однородностью; поэтому кривые обеспеченности сильно расходятся (рис. 20). На этих постах самые высокие уровни воды часто бывали в марте, иногда в конце марта, когда проходили весенние паводки, и кривые обеспеченности фактически выражают наибольшие из уровней за октябрь и март. В меньшей мере сказанное относится к посту Данишер, где ледостав бывает чаще. Это переходный пост. По указанной причине высшие уровни по этим постам были определены дополнительно за ноябрь — февраль. Уровень марта включен в таблицу только за холодную зиму 1968/69 г., когда вскрытие произошло в марте по всей Амударье, включая пост Чарджоу. Пересчитанные зимние уровни показаны в приложении 9. Новые высшие зимние уровни в кривых обеспеченности ведут себя закономернее.

Безледоставные зимние уровни за октябрь и март вносят беспорядок не только в кривые обеспеченности, но, что важнее, и в графики «продольных профилей» (рис. 17). Взяв высшие зимние уровни с ноября по февраль, мы получили эти профили более закономерными, хотя и несущественно.

В приложении 8, где уровни за октябрь — март расположены в убывающем порядке, на постах с неежегодным ледоставом первыми идут, как и следовало ожидать, зимы с ледоставом, а потом

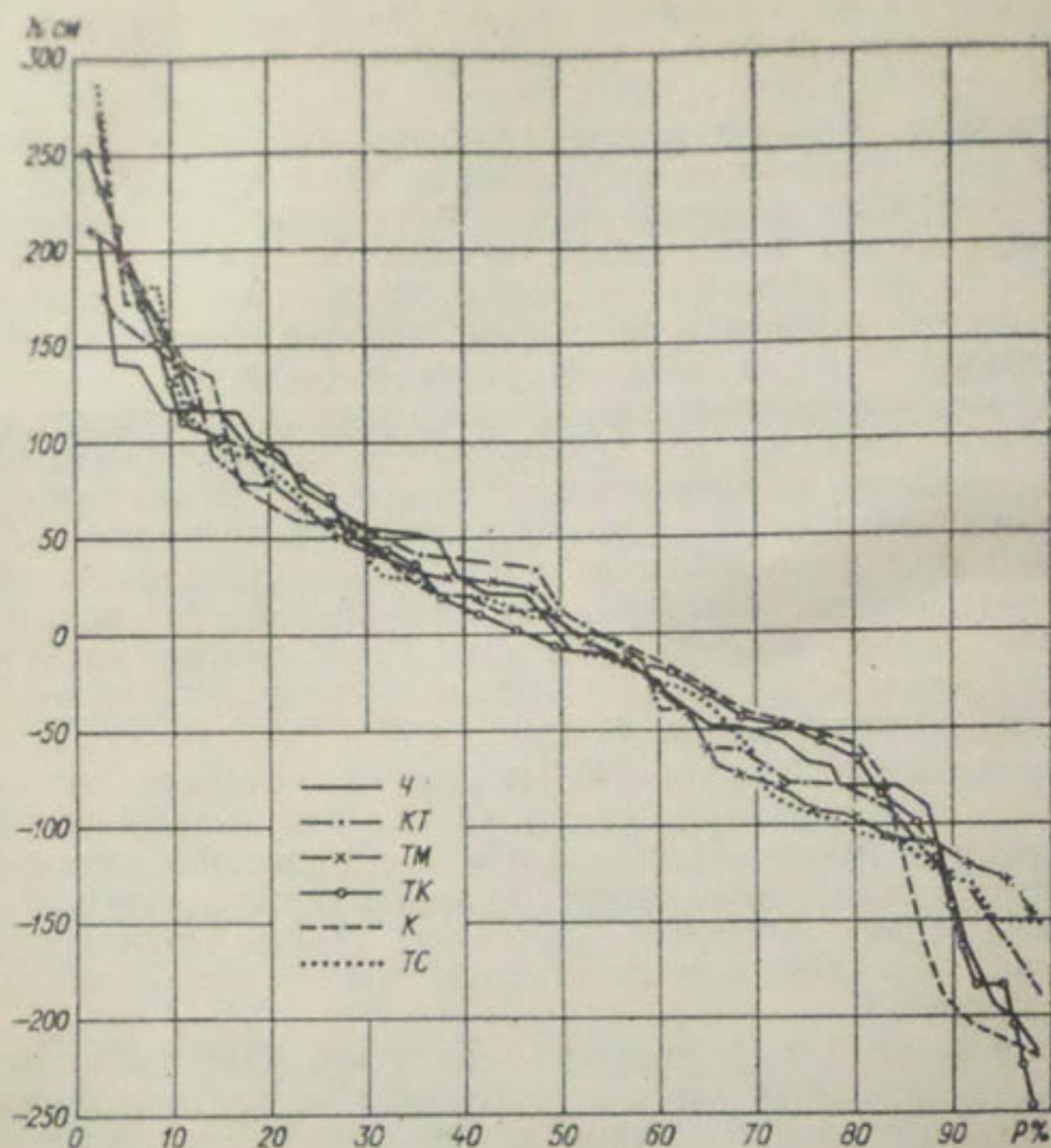


Рис. 19. Кривые обеспеченности нормированных высших за X—III уровней Амударьи h .
Участок Тюямуюн—Чатлы.

начинаются безледоставные зимы, которые продолжаются до конца. Однако среди первых встречаются и зимы без ледостава, а среди вторых — зимы с ледоставом, вносящие в таблицу беспорядок, который почти исчезает при переходе к аналогичной таблице с уровнями за ноябрь — февраль, сводясь к единичным случаям, на которых полезно остановиться.

11 февраля 1968 г. зажорный уровень (249 см) по посту Данишер оказался на 1—3 см ниже ноябрьских беззажорных уровней 1951 и 1969 г. Причина — зима 1967/68 г. была маловодна: в последние годы сильно возрос забор воды в каналы, главным образом Каракумский и Амубухарский, отчего и зимние уровни стали пониженными.

20 января 1949 г. зажорный уровень (205 см) в Ильчике оказался ниже многих осенних уровней. Хотя в эту морозную зиму кромка льда поднималась выше Термеза и в самом Термезе

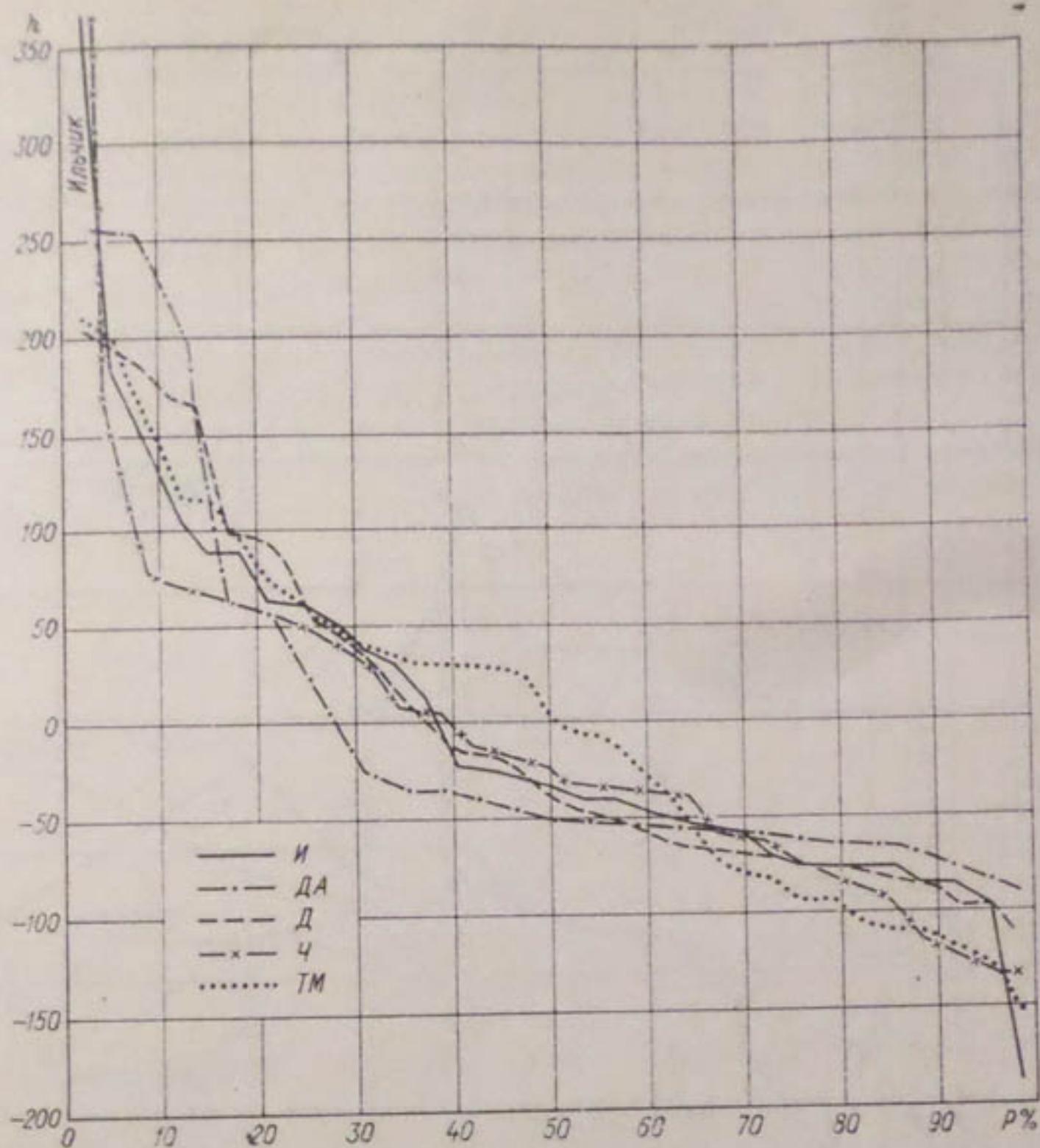


Рис. 20. Кривые обеспеченности нормированных высших за X—III уровней Амударьи h .

Участок Тюямуюн—Чатлы.

наблюдался большой зажорный уровень, на постах, расположенных ниже Термеза вплоть до Ильчика, заторные и зажорные уровни высокими не были, хотя вне постовых участков они могли быть и высокими,— это результат прерывистого вида молодого ледостава на Амударье.

Аналогичный случай был 8 февраля 1930 г., когда кромка льда поднималась выше Кызылаяка (на 250 км выше Чарджоу), а уровень у Чарджоу (181 см, 13%) был на 4 см ниже, чем в ноябре 1943 г., когда проходил небольшой паводок.

22 декабря 1930 г. зажорный уровень на посту Чарджоу (154 см, 38% обеспеченности) оказался совсем низким; на этот раз кромка льда высокое положение занимала где-то близко от г. Чарджоу.

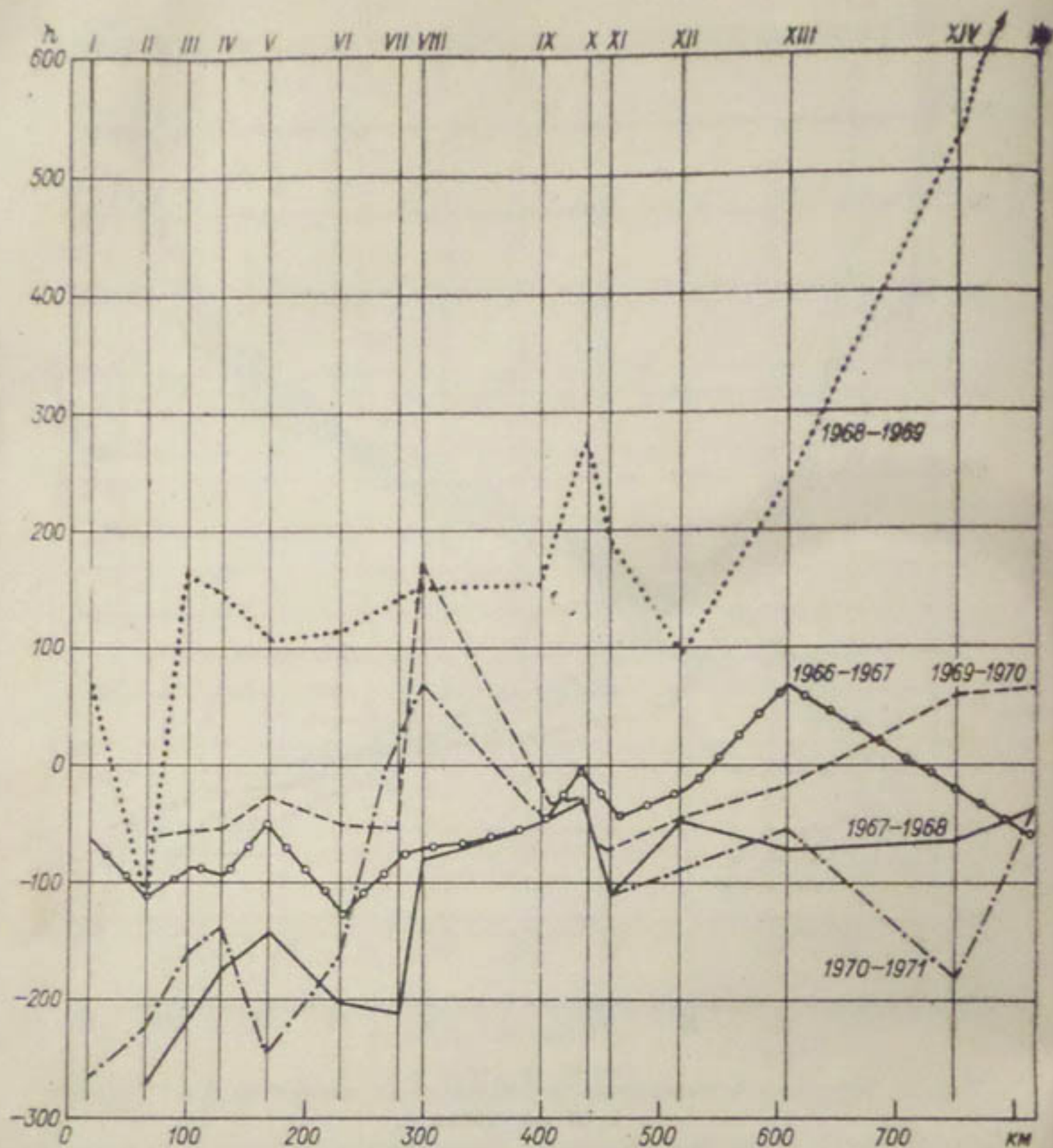


Рис. 21. Вышие за X—III (XI—II для участка 519—820 км) нормированные уровни Амударьи h в зависимости от расстояния поста от устья (I км).

I — Темирбай, II — Заир, III — Кызылджар, IV — Раушан, V — Тахьятас, VI — Чатлы, VII — Кипчак, VIII — Карамышташ, IX — Турткуль, X — Ташсака, XI — Тюямуюн, XII — Данишер, XIII — Дарган-Ата, XIV — Ильчик, XV — Чарджоу.

Графики рис. 17 позволили обнаружить крупномасштабные колебания уровня воды на отдельных постах, если уровень выражать в процентах обеспеченности. Так, в период 1941—1949 гг. уровни были понижены в Карамышташе (по сравнению с уровнями в Кипчаке и Турткуле), в 1951—1956 гг. относительно высокие уровни были в Ташсаке и в 1951—1961 гг. — низкие в Турткуле. Несомненно, это не случайно.

Аналогичные графики (рис. 21), в которых обеспеченность заменена нормированными уровнями, по наглядности оказались

такими же, как и предыдущие (рис. 17), их преимущества: большее масштабное соответствие уровней воды в их колебаниях от поста к посту и от года к году и более правдоподобные сглаженные колебания уровня на постах среднего течения Амударьи (Дарган-Ата — Чарджоу), где ледостав бывает редко. Напомним, что при пересчете уровней в проценты обеспеченности масштаб искажается так, что низший уровень получает значение около 0 и высший около 100, а при нормировке многолетнее среднее становится равным нулю и среднее квадратическое отклонение — единица или сто. Последняя трансформация предпочтительнее; она, например, показывает громадность подъема уровня в Ильчике и особенно в Чарджоу на фоне обычных меженных уровней.

Высшие (из высших) зимние (октябрь — март) уровни на одних постах выше летних (апрель — сентябрь), на других ниже (табл. 20).

Таблица 20

Сравнение высших зимних (X—III) и летних (IV—IX) уровней воды (см) в Амударье

Пост	Расстояние от устья, км	Годы наблюдений	Зимние уровни, см			Летние уровни, см		
			дата	над нулем графика	над средн. уровнем ноября	дата	над нулем графика	над средн. уровнем ноября
Термез	1276	1932—70	15 I—49	337	148	12 VII—53	478	289
Бассага	1100	1930—70	19 I—49	228	41	14 VII—53	420	233
Керки	1045	1910—70	18 I—30	259	155	19 VII—30	315	211
Чарджоу	820	1886—05 07—70	16 I—69	410	287	29 VI—66	320	197
Ильчик	750	1937—70	4 III—69	350	162	9 VIII—48	406	218
Дарган-Ата	611	1955—70	5 II—57	446	301	2 VIII—69	384	239
Данишер	519	1937—44 1947—70	26 II—50	535	350	20 VII—58	472	287
Тюямуюн	458	1924—25 27—38 51—70	5 II—35	511	295	9 VII—34	488	272
Ташсака	442	1925—70	12 III—69	564	291	2 VIII—69	452	179
Турткуль	411	1938—64	11 II—64	425	255	5 V—41	376	206
Карамышташ	304	1931—35 1937—70	19 I—70	487	267	4 VIII—69	490	270
Кипчак	283	1935—70	2 III—50	501	304	26 VII—58	462	265
Чатлы	230	1928—70 1912—17	29 I—41	474	300	8 VII—14	455	281
Чуртамбай	202	1954—64	2 III—57	480	297	27 VII—58	590	407
Тахъятас	173	1954—70	8 III—56	625	363	6 VIII—69	684	422
Раушан	127	1952—70	3 III—57	685	511	19 VII—53	646	472
Кызылджар	102	1950—70	21 III—69	629	429	6 III—69	577	377
Заир	69	1951—70	21 III—54	468	344	4 V—68	529	405
Темирбай	18	1955—70	12 XII—60	370	186	22 VII—60	357	173

13. ОПАСНЫЕ СИТУАЦИИ И УРОВЕНЬ ВОДЫ

Применительно к опасным ситуациям все зимы были распределены по двум группам — опасным и безопасным. К опасным, точнее, условно опасным отнесены те зимы, в которые хотя бы в одном месте Амударьи возникала опасная ситуация, и к безопасным — зимы, в которые не было отмечено ни одной опасной ситуации на всем протяжении Амударьи. В период с зимы 1927/28 г. по зиму 1970/71 г., т. е. за 44 зимы, опасными были следующие 26 зим: 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 64, 68, 69, 70, 71 гг.*

Остальные 18 зим были безопасными: 31, 32, 33, 38, 44, 45, 48, 53, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67 гг.* Теперь попытаемся установить, в каком отношении эти опасные и безопасные зимы находятся к десяти многоводным и десяти маловодным зимам, установленным ранее (см. табл. 16). Мы обратим особое внимание на безопасные зимы, так как только они со всей определенностью дают вполне однозначную характеристику зимы в смысле ее аварийности; в частности, все безопасные зимы образуют более однородную статистическую совокупность, чем зимы опасные: последние отличаются друг от друга степенью аварийности и территориальной распространенности, тогда как все безопасные зимы в этом отношении одинаковы.

Таблица 16, где звездочками обозначены безопасные зимы, показывает, что и при рекордных значениях уровня или близких к ним зачастую не возникало опасных ситуаций. Особенно это относится к постам, расположенным в дельте (ниже поста Чатлы) и в пустыне (Тюямуюн и Данишер) и может быть отчасти объяснено малым числом поражаемых объектов и плохой информацией об опасных явлениях, что никак не может быть отнесено к оазису, представленному остальными пятью постами, на которых высокие уровни наблюдались в безопасные зимы, например, 1955/56 г. и 1959/60 г., когда уровни были третьими по счету, а опасных явлений не было. С другой стороны, опасные явления были и в маловодные зимы (табл. 16). Значит, возникновение опасной ситуации связано не только с высотой уровня воды на опорных водомерных постах Гидрометслужбы, которые мы только и рассматриваем, а еще кое с чем. Фактически высота уровня на опорном водпосту выражает вероятность быть или не быть опасной ситуации вблизи поста: чем выше этот уровень, тем больше вероятность опасной ситуации. Это обстоятельство выражает рис. 22 а, показывающий, что чем ниже был уровень на водпосту, тем больше было безопасных зим.

Итак, опасные ситуации стоят в прямой связи с уровнем воды на опорных водпостах гидрометслужбы, но связь эта корреляционная (рис. 22 б) и притом слабая.

* Зима 1927/28 г. обозначается числом 28, 1928/29 г. — числом 29 и т. д. Мы говорим: зимы обозначаются годом по весне или по январю.

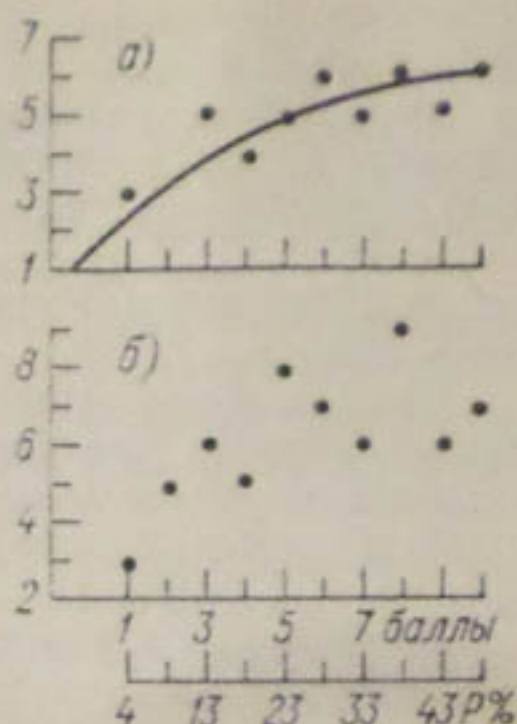
Рис. 22. Зависимость числа безопасных зим из 48 (а) и зимопостов из 124 (б) от высшего уровня воды за X—III.

В табл. 17 опасные ситуации (крестики) локализованы по постам, точнее, по окрестностям постов, а не отнесены ко всей реке, как делалось раньше. Для оазиса (230—442 км от устья) высшему уровню (порядковый № 1) всегда (за 20 лет) сопутствовала опасная ситуация. То же можно сказать про уровень № 2 с одним исключением для поста Ташсака. Но для постов дельты (0—173 км от устья) и пустыни (458—519 км) это правило далеко не соблюдается по причинам, указанным выше.

За исследуемые 20 зим в оазисе было всего три опасные ситуации, когда порядковый номер уровня был больше 5; это было в 1954/55 г. между Карамышташем и Турткулем (№ 6), в 1967/69 г. у Коккуза (№ 12) и в 1970/71 г. в районе Карамышташа (№ 6). В первом и последнем случаях уровни были не низкие, а второй случай, пожалуй, сомнительный: во время авиаразведки 21 февраля в районе Коккуза отмечено затопление нефтебазы, а в это время было чисто и уровень воды четвертый день падал, сведений от МВХ о наводнениях не поступало, бортнаблюдатель мог ошибиться. Если этот случай исключить, приходим к выводу, что все опасные ситуации с 1951/52 г. по 1970/71 г. происходили при уровне воды на соседнем посту не ниже, чем шестой в нисходящем двадцатилетнем ряду, т. е. обеспеченного на 31%.

Для установления соответствия опасных ситуаций с уровнем воды необходимо иметь очень густую сеть водомерных постов; поскольку сеть редка, была сделана попытка интерполировать уровень по длине реки с помощью знакомых нам графиков (см. рис. 17), на которых точками обозначены уровни воды на постах в процентах обеспеченности. Точки соединены отрезками прямых, образующих ломаную линию, символизирующую продольный профиль реки по поверхности воды. На эти прямолинейные отрезки нанесены значки +, символизирующие места опасных ситуаций. Эти не очень совершенные построения позволили выявить некоторые закономерности. Из 30 зим опасные ситуации были отмечены в 16 зимах, из 54 опасных ситуаций 58% наблюдалось вблизи постов с максимальным уровнем (пик на графике рис. 17), 24% приходится на ситуации, происходившие при явно высоких уровнях (обеспеченность не больше 15%) и в 18% случаев опасные ситуации происходили либо ближе к посту с низким уровнем, либо при явно низких уровнях, в явно маловодные зимы. Причины этого могут быть различными, отметим некоторые из них.

1) Опасная ситуация была между постами, где уровень воды



мог быть высоким; например, явление происходило в месте остановки кромки льда.

2) Опасная ситуация возникла по небрежности надзора; например, не была своевременно отремонтирована защитная дамба, или наблюдалось гидрологическое явление, не связанное с уровнем воды.

3) Предпиковый уровень был достаточно высоким, чтобы вызвать аварию.

4) Для разрушения сооружения необходимо было достаточное время, которое наступило только после прохождения пика при падающем уровне воды.

5) Ошибки в датах, допущенные при составлении сообщения об опасных явлениях.

6) Описанное явление было оценено как угроза возникновения ч/я, которая наблюдателем-гидротехником была преувеличена.

Перечислим указанные исключения. Часть из них подпадает под объяснение 1, которое хотя и не дает ничего конкретного, но, по крайней мере, не указывает на противоречивость события. К таким случаям можно отнести два ч/я зимой 1956/57 г., одно в пятилетие 1966—1971 гг.

Зимой 1963/64 г. было отмечено ч/я при невысоком уровне воды на посту Ташсака, которое оказалось простым зажором, не повлекшим опасных последствий.

Более интересны ч/я в явно маловодные зимы. Такой случай отмечен зимой 1967/68 г. вблизи поста Коккуз при уровне на этом посту 72%-ной обеспеченности и при столь же низких уровнях на соседних постах. Четыре таких ч/я были отмечены зимой 1951/52 г. в дельте (участок 100—200 км) при уровне ниже уровня 40%-ной обеспеченности.

Графики (см. рис. 17) еще раз наглядно показывают много случаев, когда уровни на постах были высокими, а ч/я не было, из чего заключаем, что наступление ч/я вовсе не обязательно и при высоких уровнях воды в реке на опорных постах необходимы какие-то дополнительные условия, чтобы ч/я осуществилось. Связи ч/я с уровнем воды на опорных постах (и только ли на опорных?) носят вероятностный характер: наступление опасной ситуации тем более вероятно, чем выше уровни воды на соседних опорных постах. Довольно часты случаи (26 постов), когда опасных ситуаций не бывает и при высоком уровне (обеспеченность уровня меньше 15%). Наряду с этим случаются опасные ситуации и при довольно низком уровне (обеспеченность уровня больше 40%).

Ранее установлено, что аналогичный характер имеют связи ч/я с уровнем воды и во время летнего половодья [10].

Для выявления связи опасных ситуаций, чрезвычайных явлений (ч/я) с уровнем, выраженным в процентах обеспеченности, была составлена особая таблица (приложение 10).

В двух первых графах ее показаны время и место ч/я. В третьей графе — вид ч/я: наводнение (Н), прорыв дамб (пр) и угроза наводнения или прорыва (У). В эту же графу помещался затор

или зажор (З), если он явился возможной причиной Н, пр, У или предполагалось, что эти явления повлекли ч/я, хотя официальных сведений о них не было. Когда затор (зажор) по месту совпадал с ч/я, знаки этих обоих явлений помещались в одной строке, в противном случае явлению З отводилась отдельная строка. Знак «нб» обозначает — ч/я не было и помещается во второй графе.

В четвертой графе помещалась ледовая фаза, при которой произошло ч/я: замерзание (З), вскрытие (В), ледостав (Л). К знаку Л иногда приписывается «Н», обозначающий неустановившийся ледостав, или «п» (подвижка). Двойной знак ЗВ обозначает замерзание, переходящее во вскрытие.

В пятой и шестой графах показывается наименьшая по всем постам (с ледоставом) обеспеченность высшего уровня, причем пятая графа заполняется тогда, когда в данную зиму на реке было ч/я, и шестая графа — когда ч/я не было.

В заголовках последующих граф приводятся сокращенные названия постов и их расстояния от устья. Внутри таблицы помещается дата высшего за октябрь — март уровня и сам уровень в процентах обеспеченности.

Когда ч/я произошло существенно позже или раньше времени наступления высшего за октябрь — март уровня, даются еще высшие месячные уровни так же в процентах обеспеченности; последние получены интерполяцией по кривым обеспеченности и обозначены звездочкой.

В одной строке помещаются уровни по нескольким постам, хотя каждая строка и отводится всего для одного явления в одном месте. Это делается для того, чтобы можно было представить высоту уровня на разных участках реки; при этом выбираются наименьшие значения процента обеспеченности, а также данные ближайшего поста.

Соответствующие друг другу ч/я и уровни воды подчеркиваются, причем сплошная черта показывает, что соответствие прямое (ч/я отвечает высокий уровень воды, а отсутствию ч/я — низкий уровень), а пунктирная — обратное (ч/я отвечает низкий уровень, а отсутствию ч/я высокий уровень).

Отсутствие в таблице какого-либо поста обозначает отсутствие наблюдений, то же обозначает и прочерк.

Справа таблица ограничена жирной линией, отделяющей посты с заторно-зажорными подъемами уровня от постов без таких подъемов.

Эта таблица дает возможность довольно наглядно представить связь между ч/я и уровнем воды. Рассмотрим несколько примеров.

В 1955/56 г. уровни на нескольких постах были высокие, а на посту Тахъятас на 173 км от устья 9 марта уровень был даже самый высокий в многолетнем ряду, но, несмотря на это, ч/я на всей Амударье не было.

15 марта 1964 г. на 270 км от устья во время вскрытия реки наблюдалось наводнение, которое связано с затором льда на 266 км между постами Чатлы (230 км) и Кипчак (283 км); выс-

ший уровень на первом посту наблюдался 16 марта и был одним из самых высоких на этом посту. На другом посту высший уровень за октябрь — март был 13 марта и составил 14% обеспеченности, т. е. также был высокий. Значит, можно считать весьма вероятным, что ч/я в действительности осуществилось в указанном пункте. То что сроки высших уровней и ч/я несколько расходятся, не имеет значения, так как пик уровня в месте затора и на постах мог быть в разное время; бедствие могло произойти с некоторым запозданием по сравнению со временем наиболее интенсивного заторного процесса, расстояние от устья до места ч/я показано с некоторой ошибкой и т. д. Указанные уровни воды и ч/я находятся между собой в прямом соответствии, их обозначения подчеркнуты сплошной чертой; так же было подчеркнуто обратное соответствие 1955/56 г., но уже пунктирной чертой.

Ч/я на 15—17 км в 1954 г. впервые было отмечено 11 января, ему отвечал довольно высокий уровень воды на посту Темирбай (обеспеченность 17%), датированный 12 января (соответствие отмечено сплошной линией). Затем ч/я в этом месте в таблице упоминалось еще четыре раза (последний раз 1 февраля), но во всех этих случаях уровни высокими не были. Можно предполагать, что аварийное состояние на указанном участке сохранялось, по крайней мере, в течение 21 дня, но уже при сравнительно низких уровнях на постах.

В том же 1954 г. 21 марта на посту Заир был отмечен самый высокий за многолетний период уровень воды (обеспеченность 3%), но в это время в дельте не было отмечено какого-либо ч/я.

Маловодной зимой 1967/68 г. кромка льда поднималась вверх по реке очень высоко — выше Данишера, но уровни воды на постах были низкие, самый высокий уровень был обеспеченностью 60%, а на посту Коккуз (365 км от устья) еще ниже (71%). Можно сомневаться в верности сведений о ч/я или считать последнее результатом оплошности ирригаторов.

Мы не будем дальше интерпретировать таблицу; порекомендуем ее и графики типа, изображенных на рис. 17, для введения в отделах гидрологических прогнозов УГМС регистрации опасных ситуаций с одновременным анализом правдоподобности их.

Стоит, однако, отметить результаты подсчета по пятой и шестой графам. Средняя минимальная обеспеченность максимального зимнего уровня (октябрь — март) составила в зимы с ч/я 13% и в зимы без ч/я 24%, т. е. высший уровень в зимы с ч/я бывает в общем выше, чем в зимы без них.

Это обстоятельство на основании рассмотренных материалов иначе можно выразить еще так: в зимы с низкими уровнями опасные ситуации вблизи постов не отмечались, хотя между постами такие ситуации были (см. рис. 17). Недостаток наблюдений не позволяет распространить эти выводы за пределы наблюдаемого.

Как указывалось выше, уровень воды, выраженный в процентах обеспеченности, обладает рядом недостатков, из которых осо-

бенно неприятен следующий. При добавлении в ряд новых членов или их замены более точными сведениями приходится заново пересчитывать всю таблицу.

На рис. 21, аналогичном рис. 17, представлены уровни в нормированном виде, которые, как указывалось, такого недостатка не имеют, так как параметры, определяющие ряд,— среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонение — с изменением числа членов ряда меняются мало. Применительно к опасным ситуациям преимуществ рис. 21 перед рис. 17 пока не выявлено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования зимних уровней р. Амударьи установлено распределение наводнений и других ч/я по длине реки и по ледовым фазам.

Объяснены сложные колебания уровня воды зимой подпорными и расходными причинами, которые в свою очередь связаны с перераспределением ледяных масс по длине реки.

Уточнена природа зажоров и заторов в условиях Амударьи.

Исследован высший зимний уровень воды в реке, его изменение по длине реки и связь с ч/я.

Исследованы сведения об ежедневных расходах воды, которые зачастую оказывались очень далекими от истинных. Намечены пути к получению более точных методов подсчета стока.

В дальнейшем необходимо исследовать зимний режим Амударьи в следующих направлениях:

а) полнее изучить материалы ледовых авиаразведок с целью уточнения методов составления краткосрочных прогнозов движения кромки льда;

б) разработать метод более точного определения ежедневных расходов воды во время замерзания, ледостава и вскрытия реки;

в) разработать методы предсказания высших зимних уровней воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аполлов Б. А., Калинин Г. П., Комаров В. Д. Гидрологические прогнозы. Л., Гидрометеиздат, 1974. 419 с.
2. Архипов В. А., Машуков П. М. Движение паводков на реке Сырдарье при ледоставе. «Тр. САНИГМИ», 1961, вып. 7 (22), с. 83—91.
3. Архипов В. А. О расчете продвижения кромки льда при замерзании по данным авиаразведок (на примере Сырдарьи).— «Научн. труды ТГУ», 1964, вып. 237, с. 153—160.
4. Боровикова Л. Н. Основные результаты статистического анализа ледовых явлений на Амударье.— «Тр. САНИГМИ», 1965, вып. 21 (36), с. 16—33.
5. Определение основных терминов ледяных образований речного льда. Координационная комиссия по ледотермическому режиму водоемов и водотоков и влиянию ледотермических процессов на работу гидросооружений. Под ред. А. М. Естифеева. Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им. Б. Е. Веденеева. Л., «Энергия», 1966. 8 с.
6. Захаров В. П. Ледовый режим низовий рек Средней Азии и вопросы его исследования. Сб.: Гидрометеорология в помощь народному хозяйству. Ташкент, изд-во АН Узб. ССР, 1954, с. 51—60.
7. Захаров В. П., Чижов О. П. О борьбе с ледяными заторами на Сырдарье путем взрывных работ.— «Метеорология и гидрология», 1956, № 1, с. 44—45.
8. Иванов Ю. Н. Прогноз наступления шугохода на Амударье от Дарганаты до устья.— «Тр. САНИГМИ», 1965, вып. 21 (36), с. 34—46.
9. Лисер И. Я. Весенние заторы на реках Сибири. Л., Гидрометеиздат, 1967. 104 с.
10. Лукина Н. К., Машуков П. М. Анализ критических отметок уровня воды в Амударье.— «Тр. САНИГМИ», 1960, вып. 3 (18), с. 61—63.
11. Машуков П. М. Ледовый режим Сырдарьи по данным авиаразведок.— Труды Ташкентской геофизической обсерватории, 1957, вып. 15 (16), с. 131—153.
12. Машуков П. М. Анализ и прогноз ледовых явлений на Амударье. Л., Гидрометеиздат, 1958. 136 с.
13. Машуков П. М. Зимний режим Сырдарьи в Ферганской долине. Сб.: Гидрометеорология в помощь народному хозяйству. Ташкент, Изд-во АН Узб. ССР, 1954, с. 69—80.
14. Машуков П. М. Гидрометеорологические условия зимних наводнений на Сырдарье.— «Тр. САНИГМИ», 1969, вып. 45 (60), 140 с.
15. Милованов Д. А. Ледовые явления на Амударье по данным авиаразведок.— «Тр. САНИГМИ», 1965, вып. 21 (36), с. 3—15.
16. Методические рекомендации по составлению каталога заторных и зажорных участков рек СССР. ГГИ, Л., 1971. 44 с.
17. Нежиховский Р. А. Гидрологические расчеты и прогнозы при эксплуатации водохранилищ и озер. Л., Гидрометеиздат, 1961. 295 с.
18. Проскуряков А. К. Водный баланс Амударьи на участке от г. Керки до г. Нукуса. Л., Гидрометеиздат, 1953. 90 с.
19. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики, т. 14. Бассейны рек Средней Азии, вып. 3. Бассейн Амударьи. Л., Гидрометеиздат, 1967. 359 с.

20. Руководство по гидрологическим прогнозам, вып. 1. Краткосрочные прогнозы расходов и уровней воды на реках. Л., Гидрометеиздат, 1964. 203 с.
21. Руководство по гидрологическим прогнозам, вып. 4. Прогнозы ледовых явлений на реках и водохранилищах, Л., Гидрометеиздат, 1963. 291 с.
22. Сведения об уровне воды на реках и озерах СССР 1901-30 г. Замкнутые бассейны Казахстана и Средней Азии, Л., Гидрометеиздат, 1941. 633 с.
23. Сведения об уровне воды на реках и озерах СССР 1931-35 г. т. XXV. Замкнутые бассейны Казахстана и Средней Азии. Л., Гидрометеиздат, 1948. 505 с.
24. Толковый словарь русского языка под редакцией Д. Н. Ушакова, т. 2, М., ОГИЗ, 1938. 1040 с.
25. Чижев О. П. О возможности прогноза уровня Амударьи при ее замерзании.— «Метеорология и гидрология», 1955, № 5, с. 44—46.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Сводка наводнений и других опасных ситуаций

Пункты, где случилась авария, расположены в порядке расстояний их от устья.

Условные обозначения:

н — наводнение, у — угроза наводнения или другого ч/я, зж, зт — зажор и затор, пр — прорыв защитной дамбы, вск — вскрытие, кл — кромка льда, разл — разлив, повр — повреждение.

Примечание. При составлении выводных таблиц из последовательности зт, зж, пр, у, н отдается предпочтение последующим членам, если несколько явлений встречаются одновременно.

Приложение 1

Пункт	Расстояние от устья, км	Дата и вид ч/я
г. Муйнак	0	1 II.54—н
Урдабай	12	24 I.54—зт
Теренбузьяк	16	28 I.54—н; 28 I.54—зж, н
Талдык	24	28 I.54—зт; 30 I.54—н
клх. Марат	31	29 XII.40—н; 1 II.54—н
кишл. Заир	69	10 III.40—зт, у; 69—92 км 18 III.69—разл
кишл. Кызылджар	102	11 I.52—зт, н
г. Кунград	104	15 I.52—у; 4 I.52—у
кишл. Раушан	126	11 I.54—зт; 138—195 км, 18 III.69—разл
Парлы-Тау	138	1 II.54—н
Кызыл-Кала	143	11 I.52—зт, н; 4 I.52—пр, н
Кронтау	179	4 I.52—пр, н; 9 I.54—пр, зж
с. Чуртамбай	197	5 II.55—зт
Актерек	208	21 XII.56—пр
г. Нукус	224	7 III.06—н; 27 I.54—пр; 229 км 7 II.46—зт, н; 5 III.50—у; 15 I.52—н
кишл. Чатлы	228—230	28—29 I.41—н; 229 км 20 XII.48—зж; 231 км 1 II.54—н; 21 I.54—пр, зж
Тахиаташ	232	14 III.69—у
Ходжейли	240	14 III.69—у
клх. К. Маркса	263	15 III.54—н
Анкуль	283	27 XII.34—пр
Биштам	283	14 XII.35—н
Кипчак	283	3 III.28—пр; 23 XII.35—н; 30 XII.35—н; 5 III.43—зт, пр, н; 28 I.49—н; 2—4 III.50—зт; 15 III.51—зт; 13 III.69—н; 293—298 км 12 I.70—у
клх. Ворошилова	288	15 III.54—н
кишл. Мангит	289	30 XII.35—у; 1 I.36—пр, н; 28 I.49—н; 23 XII.49—пр, н; 2—4 III.50—пр, н
с. Ташсака—Карамышташ	304—442	10 III.69—разл
Джумуртау	308	1 I.36—н
Кишл. Карамышташ	308	22 XII.32—зж; 304 км 13 III.69—н; 304 км 10 I.70—зж
Кипчак-Бозсу	308	22—23 XII.49—пр, н; 14 III.69—у; 22 I.70—у
Каратау	312	14 III.69—н; 16 I.70—у

Пункт	Расстояние от устья, км	Дата и вид ч/я
Гураев	334	13 II.04—н; 28 I.49—н; 2—4 III.50—пр., н
Кят	347	13 II.04—н
Клычбай	353	3 III.28—н; 14 III.69—пр, н
Коккуз (нефтебаза)	360	21 II.68—н
Шаббазский р-н	367	11 XII—54—н
Шейхабас-Вали	374	2 II.07—н
Бийбазарская волость	374	13 II.04—н; 12 II.05—н
г. Бируни	374	10 III.69—н; 13 III.69—н; 16 I.70—эт, разд; 23 I.70—разд, у
г. Ургенч	377	13 II.04—н
Чалыш	380	28 XII.48—у; 25 I.49—у; 28 I. 49—н, пр
Ханки	393	13 II.04—н
Дюрткульская волость	411	13 II.04—н
Турткуль	411	13 III.98—н; 12 II.05—у; 11 III.06—вскр; 9 II.08—вскр; 30 I. 54—н
Шурханская волость	416	13 II.04—н
Чаганизк-Ариа	427	7 III.54—н
Хазарасп	432	13 II.04—н
Пахта-Ариа	439	28 I.49—н, 12 III.69—пр, н
г. Хива	440	13 II.04—н
с. Ташсака	442	18 I.43—зж; 4—7 XII.44—зж; 440 км 31—I.48—зж; 12 III.50—пр; 11 III.51—пр
Питняк	452	13 II.04—н
теснина Тюямуюн	458	28 I.49—н
Кулатау	470	28 I.49—н
Садувар	496	13 II.04—н
кишл. Данишер	519	18 XII.46—эт; 24 I.49—н; 10 III.69—н
свх. Дарган-Ата	541	10 III—н
Дарган-Ата	593	4 I. 1891—кл
г. Чарджоу	820	5 II.89—у; 12 I.95—повр; 18—22 I. 97—повр. 20—21 II.1900—вскр; 13 I. 49—у; 16 I.69—н; 813 км 69—н; 16 I. 69—зж, н
Саят-Чарджоу	820—840	29 I.69—пр
Саят	860	29 I.69—эт
г. Керки	1045	9 I.94—ш; 03—04 г.—кл
Зызыл-Аяк	1067	1 II.29—кл
г. Термез	1276	11 I.49—зж

Записи о ледовых явлениях в гидрологических ежегодниках

1936 г.

Чатлы 24, 25 XII полынья

1937 г.

Чатлы 2—31 I, 1—28 III, 16—24 XI, 2—21 XII ниже поста ледостав

1938 г.

Ташсака 13—21 I ниже поста затор льда
Турткуль 21—23 I ниже поста заторы льда

1939 г.

Карамышташ 21 I—6 II полынья

1943 г.

г. Кипчак 5 III ниже поста затор льда
Ташсака 18, 22 I затор

1949 г.

Термез 12—18 I ниже поста зажор
Данишер 22—28 I затор
Карамышташ 23 XII зажор в 3 км ниже поста
Чатлы 1 I—20 III, 24—31 XII затор льда

1950 г.

Данишер 28 I ледостав в 300 м выше и в 100 м ниже водпоста
Чатлы в ночь на 7 III наблюдался ледоход

1952 г.

Раушан 23—30 XI полынья
Кызылджар 16 XI—31 XII полынья
Талдык 12 I—10 II полынья

1953 г.

Кызылджар 1 I—16 II в створе водпоста полынья, выше и ниже ледостав; в ночь на 17 II ледоход
Талдык 10 II—18 II промолны
Техник-Аул 18 II в 22 ч ледоход

1954 г.

Ташсака 6—11 III затор льда ниже поста
Кипчак 25 XII в створе водпоста полынья
Раушан 7 I—24 III у водпоста полынья
Кызылджар 1 I—26 III, 28 XI—31 XII в створе водпоста полынья, выше и ниже ледостав
Техник-Аул 1—5, I, 28 XI—4 XII полынья

1955 г.

Чуртамбай 5 II затор в 5 км ниже поста
Раушан 31 XII в 2 км выше поста и в 1 км ниже — ледостав, на участке водпоста полынья
Кызылджар 1 I—14 II, 30, 31 XII в створе водпоста полынья
Талдык 29—31 XII в створе водпоста полынья
Техник-Аул 11 I, 29 I, 1—4, 9—17 II вода поверх льда у берегов; 17, 18 II разводья
Марат 1 I—17 II, 30, 31 XII в створе водпоста полынья
Темирбай 5—17 II, 30, 31 XII в створе водпоста полынья выше и ниже ледостав

1956 г.

Тюямуюн 7 I—3 II зажор, 16 I—3 II выше — ниже водпоста ледостав
Турткуль 4 III ледоход
Кызылджар 1 I—9 III, 19—31 XII полынья
Техник-Аул 3—9 III закраины, 11, 12 III выше и ниже створа ледостав, 15, 19, 26—28 III ледостав с полыньями.
Марат 1 I—13 III полынья.

1957 г.

Чатлы 28 II полынья
Тахъятас 26, 27 XI затор
Раушан 26 II лед потемнел; 27 II появились промоины.
Техник-Аул 1, 2 III, 6—8, 18 XII полынья
Заир 4 III в 12 км выше поста затор

1959 г.

Чатлы 1 I—1 III, 12, 13 XII полынья
Раушан 1 II—6 III ледостав с полыньей
Темирбай 1 I—11 III ледостав с полыньями, 15 XII затор
Техник-Аул 3—8 XII затор
Заир 20—27 XII полынья

1961 г.

Чуртамбай 1—11 I, 8—16 II полынья
Раушан 1 I—23 II полынья
Кызылджар 10—24 II полынья
Акдарья 1 I—25 II полынья
Техник-Аул 1 I—7 III, 23—28 XII полынья
Темирбай 1 I—22 II полынья

1962 г.

Чатлы 16, 17, 25 I—14 II, 19—31 XII полынья
Чуртамбай 29 XI—31 XII полынья
Тахъятас 28 XI—31 XII полынья
Раушан 14 I—20 II, 28 XI—31 XII полынья
Кызылджар 28 XI—31 XII полынья
Заир 28 XI—31 XII полынья
Техник-Аул 1, 2 I, 1—7 III, 22 XI—31 XII полынья

1963 г.

Чатлы 1—26 I полынья
Чуртамбай 1—27 I полынья
Тахъятас 1—29 I, 30, 31 XII полынья
Кызылджар 15—24 I закраины, 1—4, 29 I—6 II выше поста затор, 1—6 II полынья
Заир 1 I—15 II полынья

1964 г.

Чатлы 11—31 XII полынья
Кызылджар 1—27 I, 11—31 XII полынья, 4—10, 13—17 II закраины
Темирбай 11—31 XII полынья

1965 г.

Тюямуюн 1—15 I затор в 1,5 км ниже поста, 4—13 I полынья, 1—9 II подпор от ледовых явлений
Карамышташ 1 I—25 II полынья
Кипчак 1 I—28 II полынья
Тахъятас 1 I—3 II полынья
Кызылджар 1 I—7 III полынья
Заир 1 I—7 III полынья
Темирбай 1 I—11 III, 26—31 XII полынья
Техник-Аул 7—16, 24 II—19 III, 23, 25, 30 XI—3, 6, 11—22 XII полынья.

Условные обозначения:

Ледостав (подъем) был ЕЛТИ

» » не было елти

Зима	Термез 1276	Келиф 1163	Басгага 1100	Кызыл- Аяк 1065	Керки 1045	Ислам- абал, 941, 929, 916	Чард- жоу 820	Ильчик 750	Дарпан- Ата 611	Дани- шер 519	Тюя- мун 458	Таш- сак 412
1886/87	и	и	и	и	л	и	е					
1887/88	и	и	и	и	л	и	е					
1888/89	и	и	и	и	и	и	еЕ	И	И	И	И	И
1889/90	и	и	и	и	л	и	е					И
1890/91	и	и	и	и	л		Е	И	Л	И	И	И
1891/92	и	и	и	и	л							И
1892/93	и	и	и	и	л	и	еЕ	И	И	И	И	И
1893/94	и	и	и	и	л	и	е					И
1894/95							Е	И	И	И	И	И
1895/96	и	и	и	и	и	и	е	и	и	и	и	и
1896/97							Е	И	И	И	И	И
1897/98	и	и	и	и	и	и	е				Т	И
1898/99	и	и	и	и	и	и	е	и	т			
1899/00							ЕЛ	И	И	И	И	И
1900/01	и	и	и	и	и	и	е					И
1901/02	и	и	и	и	и	и	е	и	и	т		
1902/03	и	и	и	и	и	и	л	и	и	т		
1903/04					Л	И	Е	И	И	И	И	И
1904/05	и	и	и	и	и	и	е					И
1905/06												И
1906/07							Л	И	И	И	И	И
1907/08	и	и	и	и	и	и	е					И
1908/09	и	и	и	и	и	и	е					И
1909/10	и	и	и	и	и	и	е					И
1910/11	и	и	и	и	е	и	е			Е	И	И
1911/12	и	и	и	е	е	и	е	и	и	е	и	и
1912/13	и	и	и	е	е	и	е	и	и	е	и	и
1913/14	е	и	и	и	е	и	е	и	и	е	и	и
1914/15	е	и	и	и	е	и	е	и	и	Е	И	и
1915/16	е	и	и	и	е	и	е	и	и	е	и	и
1916/17	е	и	и	и	е	и	е	и	и	е	и	и
1917/18	и	и	и	и	и	и	е				и	и
1918/19	и	и	и	и	е		Е	И	И	И	И	И
1919/20	и	и	и	и	еЕ	И	Е	И	И	И	И	И
1920/21	и	и	и	и	е	и	е				И	И
1921/22	и	и	и	и	и	и	е					И
1922/23	и	и	и	и	и	и	е					И
1923/24	и	и	и	и	и	и	е					И
1924/25	и	и	и	и	и	и	е	и	и	и	е	и
1925/26	и	и	и	и	и	и	е	и	и	и	е	и
1926/27	и	и	и	и	и	и	еЕ	И	И	И	и	и
1927/28	и	и	и	и	и	и	е				и	и
1928/29	е			Е	Е	Е	Е	И	И	И	и	и
1929/30	е			Е	Е	Е	Е	И	И	И	и	и
1930/31	е	и	е	е	е	и	еЕ	И	И	И	и	и

дения

и о положении кромки льда с 1886 по 1972 г.

Источник сведений:

Е, е — гидрологический ежегодник

Л, л — летопись

Т, т — восстановлено по температуре воздуха

И, и — интерполяция

Гурт-Куль, Коксуз 411, 308	Кара-мыш-таш 304	Кипчак 283	Чатлы 230	Чург-амбай 202	Тахъ-ятас 179, 173, 156	Рау-шап 128	Кызыл-Джар 102	Заир 69, 66	Темп-бай 19, 18	Кромка лдст, 19 км	
										выше	ниже
											820
											820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	820
Л	И	И	Л	И	И	И	И	И	И	820	1045
										—	1045
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	(442)	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	—
										—	(519)
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	—
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	458	820
										—	(519)
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	—
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	(442)	820
										—	(519)
										—	(519)
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	1045	—
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	(442)	820
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	(442)	—
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	—
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	(442)	820
Л	И	И	И	И	И	И	И	И	И	411	820
										—	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	519	820
										—	519
			Е	И	И	И	И	И	И	232	442
и	и	и	е							—	232
И	Е	И	Е	И	И	И	И	И	И	519	820
			Е	И	И	И	И	И	И	230	519
и	е		Е	И	И	И	И	И	И	230	304
										—	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	1045
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	1045	1065
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	458	820
										—	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	442	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	442	820
										—	442
										—	442
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	820	820
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	458	820
И	И	И	Е	И	И	И	И	И	И	1065	1276
И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	1065	1278
И	И	И	Е	И	И	И	И	И	И	820	820

Зима	Термез 1276	Келиф 1163	Бассага 1100	Кызыл- Аяк 1065	Керки 1045	Ислам- абад 941, 929, 916	Чард- жоу 820	Ильчик 750	Дарван- Ата 611	Дани- шер 519	Тюс- музи 458	Таш- сика 442
1931/32	е	п	е	е	е	п	е	п	п	п	е	е
1932/33	е	п	е	е	е		Е	И	И	Е	Е	е
1933/34	е	п	е	е	е	п	е				Е	Е
1934/35	е	п	е	е	е	п	е				Е	Е
1935/36	е	п	е	е	е	п	е				Е	Е
1936/37	е	п	е	п	е	п	е				Е	Е
1937/38	е	п	е	п	е	п	е	п	п	е	Е	Е
1938/39	е	п	е	п	е	п	е	е		Е	Е	Е
1939/40	е	п	е	п	е	п	е			е	и	е
1940/41	е	п	е	п	е	п	е	е	п	е	и	е
1941/42	е	п	е	п	е	п	е	е	п	е	и	е
1942/43	е	п	е	п	е	п	е	е		Е	И	Е
1943/44	е	п	е	п	е	п	е	е	п	е	и	е
1944/45	е	п	е	п	е	п	е	е				Е
1945/46	е	п	е	п	е	п	е	п	п	и	и	е
1946/47	е	п	е	п	е	п				и	и	Е
1947/48	е	п	е	п	е	п	е	е	п	Е	И	Е
1948/49	Е	И	Е	И	Е	И	Е	Е	И	Е	И	Е
1949/50	е	п	е	п	е	п	е	Е	И	Е	И	Е
1950/51	е	п	е	п	е	п	е	е	Е	Е	И	Е
1951/52	е	е	е	п	е	е	е	е	е	е	е	е
1952/53	е	е	е	п	е	е	е	е	е	е	Е	Е
1953/54	е	е	е	п	е	п	е	е	е	е	Е	Е
1954/55	е	е	е	п	е	п	е	е	е	е	Е	Е
1955/56	е	е	е	е	е	п	е	е	Е	Е	Е	Е
1956/57	е	е	е	е	е	п	е	е	е	Е	Е	Е
1957/58	е	е	е	е	е	п	е	е	е	е	е	е
1958/59	е	е	е	е	е	п	е	е	е	е	е	е
1959/60	е	е	е	е	е	п	е	е	е	Е	Е	Е
1960/61	е	е	е	е	е	п	е	е	е	е	е	е
1961/62	е	е	е	е	е	п	е	е	е	е	е	е
1962/63	е	е	е	е	е	п	е	е	е	е	е	е
1963/64	е	е	е	е	е	п	е	е	Е	Е	Е	Е
1964/65	е	е	е	е	е	п	е	е	е	е	Е	Е
1965/66	е	е	е	п	е	п	е	е	е	е	е	е
1966/67	е	п	е	п	е	п	е	п	Е	Е	Е	Е
1967/68	е	е	е	п	е	п	е	е	Е	Е	Е	Е
1968/69	е	е	е	п	е	И	Е	Е	Е	Е	Е	Е
1969/70	е	е	е	п	е	п	е	е	е	е	е	е
1970/71	е	е	е	п	е	п	е	е	е	е	Е	Е
1971/72	е	е	е		Е	И	Е	Е	Е	Е	Е	Е

Число зим с подъемами уровня (+), без

?	6	8	8	6	5	9	2	25	28	22	22	13
—	79	77	77	77	75	70	66	42	34	31	20	18
+	1	1	1	3	6	7	18	19	24	33	44	55
Итого	80	78	78	80	81	77	84	61	58	64	64	73
%	1,2	1,3	1,3	4	7	9	21	31	41	52	69	75

Турт- куль, Кокжүз 411, 325	Кара- мыш- таш 304	Кипчак 283	Цатлы 230	Чурт- амбай 202	Тахъ- ятас 179, 173, 156	Рау- шан 128	Кызыл Джар 102	Занр 09, 66	Темп- бай 19, 18	Кромка лдст. км	
										ниже	выше
И	Е	И	Е	И	И	И	И	И	И	304	442
И	Е	И	Е	И	И	И	И	И	И	820	1045
И	Е	И	Е	И	И	И	И	И	И	458	820
И	Е	И	Е	И	И	И	И	И	И	458	820
Е	И	Е	Е	И	И	И	И	И	И	458	820
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	Е	И	519	750
е	Е	Е	Е	И	И	И	И	Е	И	519	820
е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	411	442
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	304	411
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	411	442
е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	519	750
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	230	283
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	442	750
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	442	442
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	519	820
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	442	442
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	1291	1291
Е	Е	Е	Е	И	И	И	И	И	И	750	750
е	Е	Е	Е	И	И	И	Е	И	Е	668	668
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	268	268
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	510	510
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	458	519
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	458	519
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	564	564
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	680	680
е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	175	202
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	410	442
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	593	593
е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	376	376
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	320	320
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	420	420
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	687	687
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	520	520
е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	230	230
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	680	680
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	570	570
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	1000	1000
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	385	385
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	458	519
Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	1045	1100

них (—), нет сведений (?) за 86 зим

16	15	16	13	14	14	14	14	14	14		
9	6	5	2	1	0	0	0	0	0		
61	65	65	71	71	72	72	72	72	72	1291	202
70	71	70	73	72	72	72	72	72	72		
87	91	93	97	99	100	100	100	100	100		

Учащенные наблюдения над уровнем воды в Амударье в Чарджоу (Ч) и Ильчике (И), температура воздуха в Чарджоу. Январь—март 1969 г.
Кр. — кромка льда, числа — расстояния ее от устья, км

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- тура возду- ха, °C	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Иль- чик		
1 I	8	124	160	—6	
	20	124			
2 I	8	124	158	—11	Кр. 493
	20	124			
3 I	8	124	158	—18	
	20	124			
4 I	8	124	153	—16	
	20	124			
5 I	8	124	162	—14	
	20	124			
6 I	8	124	108	—12	
	20	124			
7 I	8	124	242	—13	Ледостав у моста наступил с 7 I на 8 I
	20	130			
8 I	8	141	240	—10	Кр. 710, шуга до 810 км
	20	—			
9 I	8	159	228	—11	лс 916 в Карабекауле
	20				
10 I	8	159	226	—7	лс 1000 в Халаче
	20				
11 I	8	164	230	—5	Уровни в Чарджоу за 9—12 I средние суточные, в Ильчике — срочные за 30 I—3 II, остальные среднесуточные
	20				
12 I	8	165	236	—5	
	20				
13 I	8	165	236	—3	
	20	181			
14 I	8	209	245	3	Кр. 1055, 820 лс, выше чисто, 820 лс сплошной
	20	220			
15 I	8	224	252	3	
	20	—			
16 I	7	410		3	820 — с 15 I по 16 I уровень повысился на 1 м
	8	400			
	9	397			813 — затор; затопл. пр. берег
	10	397	257		820. В 15 ч прорваны правая и левая дамбы
	10—20	408			
	20	387			
17 I	5	383		2	Затор усилился, сместился вниз, затоплен порт
	7	375			
	8	375			
	12	371	290		
	13	370			
	15	369			
	20	367			
	24	367			
18 I	5	370		0	
	8	373			

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- тура возду- ха, °С	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Иль- чик		
	10	372			
	12	371	312		
	14	369			
	16	367			
	18	366			
	20	365			
	22	364			
	24	362			
19 I	2	360		4	820 — промёны, лед взломан
	4	359			Кр. 822
	6	359	337		
	8	358			
	11	355			
	12	353			
	20	357			
20 I	2	345		7	Кр. 820. Затопление берегов на- чинается с 230 км, у моста чисто.
20 I	4	344			затор сместился на 150—200 м
	6	343			вниз
	8	343			
	10	343			
	12	342	336		
	14	342			
	16	342			
	18	344			
	20	345			
	21	346			
	22	346			
	24	346			
21 I	2	346		0	Кр. 820, 1; на 819—669 зазоры
	4	345			во всех излучинах и в узких ме- стах. У моста 820 торошение
	6	345			льда. 23 ч. 25 м. подвижка, подь- ем уровня до 350 см, прорвана
	8	345			дамба. У моста затор взломан
	10	344			искусственно
	12	345	320		
	14	345			
	16	345			
	18	345			
	20	345			
	21	344			
	23	350			
22 I	4	345		—5	Затор ослабевает, подвижка; с
	6	343			3 ч начался резкий спад уровня;
	8	338			под мостом ледоход, с затоплен- ных мест вода стекает в русло
	9	335			
	10	335	326		
	12	333			
	14	325			
	16	—			
	18	309			
	19	304			
	20	300			
22 I	21	296			
	22	292			
	23	292			
	24	289			
23 I	1	284		—10	В 17 ч 30 м река на 820 осво-

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- тура возду- ха, °С	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Иль- чик		
	2	280			бодилась ото льда полностью
	3	275			
	4	275			
	6	267			
	7	263			
	8	263			
	11	249			
	12	245	327		
	13	242			
	14	239			
	15	235			
	16	234			
	16	232			
	17	230			
	18	227			
	20	223			
	22	217			
	24	213			
24 I	2	210		—14	Затор длиной 3 км у Ильчика (750), ниже спл. ледостав
	4	206			
	6	204	300		
	7	203			
	8	202			
	12	—			
	20	202			
	24	183			
25 I	1	—		—17	Кр. ниже моста (820)
	8	178			
	9	176			
	10	174			
25 I	11	176			284
	12	176			
	16	183			
	17	181			
	18	182			
	19	182			
	20	189			
	21	198			
	22	223			
	23	225			
	24	227			
26 I	1	233		—15	Кр. 820, Кр. 840. Густая шуга, вся вода состоит из кристаллов льда. Среди широких заберегов река течет узким руслом шириною 50—300 м. Ниже моста заторы, еще ниже их нет
	2	243			
	3	257			
	4	267			
	5	279	278		
	6	285			
	7	281			
	8	277			
	10	275			
	11	274			
	12	274			
	13	274			
	18	277			
	20	277			
	22	274			

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- возду- ха, °С	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Иль- чик		
27 I	24	273			
	2	265		—15	Затор ниже моста
	4	261			
	6	259			
	8	257			
	16	262	265		
	20	265			
28 I	24	263			
	4	261		—12	820 ледостав сплошной
28 I	6	258			
	8	256			
	10	255			
	12	256	254		
	14	255			
	16	257			
	18	258			
	20	261			
	22	261			
	24	263			
29 I	2	265		—4	Кр. 880, выше редкая шуга. За- тор ниже моста, 820 — лс сплош., зат. на 820—860 км; на 820—860 вода рвет дамбы и выходит на поля
	4	271			
	6	275			
	8	282			
	9	285			
	10	289			
	11	293	249		
	12	298			
	13	303			
	14	306			
	15	309			
	16	312			
	17	315			
	18	315			
	20	321			
	22	325			
30 I	24	326			
	1	327		—4	Кр. 840, ниже моста затор, на 820—лс, на 800—840 вода выхо- дит из берегов
	2	328			
	4	328			
	6	328			
	8	330	260		
	10	329			
	12	327			
	14	324			
	15	323			
30 I	16	322			
	18	321			
	20	322	207		
	22	321			
	24	319	297		
31 I	2	318		—9	Кр. 895, зат. на 790, во льду промоины
	4	319	306		
	6	320			
	8	321	313		
	10	321			
	12	321	319		
					В Ильчике высший уровень за январь 344 см

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- тура возду- ха, °C	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Нль- чик		
	14	322			
	16	322	325		
	18	321			
	20	322	330		
	22	324			
	24	325	333		
1 II	2	325		—11	Затор выше и ниже поста
	4	325			
	6	327			
	8	324	334		
	10	324			
	12	319	334		
	14	319			
	16	317	335		
	18	315			
	20	314	336		
	22	313			
	24	311	337		
2 II	2	309		—6	Кр. 890. Ниже моста правая протока полностью зашугована
	4	309	337		
	6	308	336		
	8	308	338		
	14	301			
	16	299	340		
	18	299			
2 II	20	298	339		
	22	297			
	24	296	338		
3 II	2	295		—4	Кр. 900, выше редкая шуга
	4	294			
	6	294	336		
	8	292	334		
	10	289			
	12	288	332		
	14	287			
	16	285	311		
	18	284			
	20	283	329		
	22	283			
	24	281			
4 II	1	278		—3	
	2	278			
	3	277			
	4	278			
	5	280			
	6	280			
	7	280			
	8	279	320		
	10	278			
	12	277			
	13	277			
	14	277			
	16	277			
	18	278			
	20	280			

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- тура возду- ха, °C	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Иль- чик		
	22	280			
	24	280			
5 II	1	281		-5	Кр. 900, выше лх, шуга; затор 845; начинается разрушение льда на кромке
	2	281			
	3	282			
5 II	4	282			
	5	282			
	6	285			
	8	284			
	10	282			
	12	284	307		
	14	284			
	18	285			
	20	286			
	22	286			
	24	290			
6 II	2	290		-4	
	4	291			
	6	292			
	8	291	304		
	10	291			
	12	291			
	16	291			
	18	291			
	20	290			
	23	291			
7 II	4	293		0	Кр. 895. На кромке небольшой затор. 820—842 — шуговый фарватер шириной 100—300 м, забереги до 400 м, небольшие промоины и протоки у берегов. 842—870 чистые протоки занимают 20—25%, лед слабый в промоинах. Длина промоины около 10 км, ширина 300 м. 870—895 увеличение ледового материала; как правило, фарватер забит шугой; лед по фарватеру рыхлый; проток и промоины значительно меньше. За четыре дня кромка сместилась на 3 км вниз
	6	292			
	8	292			
	10	289			
	12	289	311		
	14	288			
	18	289			
	20	288			
	22	289			
	24	289			
8 II	2	290		3	Мое примечание: Участок 870—895, по-видимому, являет пример забивки шугой в начальной стадии ледостава, весь этот участок один сплошной зародыш ледяной перемычки — зажора. Однако зажор происходил не просто в русле, а в русле с широкими заберегами, при замерзших ранее протоках. (П. М.) 8 II кромка на 882 км
	4	290			
	6	288			
	8	289			
	12	289			
	14	289	315		
	16	288			
	18	288			
	20	288			
	22	289			
	24	289			
9 II	8	292		-4	Кр. 880. Во льду много промоин и «проток» длиной 10—15 км, лед кашеобразный
	10	293			
	12	293			

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- тура возду- ха °С	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Иль- чик		
10 II	14	293			
	16	293	316		
	18	293			
	20	295			
	24	295			
	4	295		—12	
	8	294			
	10	293			
	12	293			
	14	293	316		
11 II	16	293			
	18	294			
	20	294			
	22	294			
	24	295			
	2	294		—14	
	6	294			
	8	294			
	10	288			
	12	284	319		
11 II	14	282			
	16	277			
	18	276			
	20	274			
	22	273			
	24	271			
	2	271		—15	Кр. 882, затор, в протоках са- ло и шуга, 882—932 густая шуга
	4	271			
	6	270			
	14	261	320		
	16	259			
	18	259			
	20	254			
	2	248		—12	
	4	246			
	6	244			
13 II	8	242			
	12	235	313		
	14	232			
	18	228			
	20	227			
	22	225			
	24	224			
	4	223		—8	
	6	223			
	12	222	299		
14 II	16	221			
	20	220			
	24	222			
	6	225		—7	Кр. 920, густ. шуга 920—1020, промонны и протоки покрылись льдом толщ. 5—10 см
	8	225			
	12	231			
	14	232	297		
	16	235			
	20	239			
	24	243			

Дата	Час	Уровень, см		Тем-пература воздуха °C	Сведения о ледовых явлениях
		Через лед	Плавающий		
16 II	4	246		-7	
	8	253			
	12	257	297		
	20	258			
	24	259			
17 II	6	259		-8	Кр. 880. У моста основной проток — у лев. берега; промозны ниже моста замерзли
	8	258			
	12	257			
	13	257			
	14	259	296		
	15	258			
	16	258			
	17	258			
	18	258			
	20	257			
	24	257			
18 II	4	257		-7	
	8	257			
	12	258	295		
	16	256			
	20	254			
	24	251			
19 II	4	251		-9	Кр. 900. Во льду промозны размером 0,4×0,2 км. У кромки уровень поднялся на 70—100 см, но река в берегах, выше кромки свободное русло 20—80 м ширины
	8	251			
	12	252			
	16	249	294		
	20	247			
	24	246			
20 II	4	246		-6	
	8	247	289		
	20	248			
21 II	6	253		-4	Кр. 910, выше чисто
	8	255			
	16	260	287		
	18	263			
	20	263			
22 II	8	268		-5	
	12	270	294		
	16	271			
23 II	8	275	303	-6	
	18	273			
	20	275			
24 II	8	279	307	-14	
	12	278			
	20	277			
25 II	8	279	307	-14	
	12	277			
	20	278			
26 II	8	278	308	-9	
	20	272			
27 II	6	272	308	-4	
	8	272			
	20	275			
28 II	8	280	306	4	
	20	290			

Дата	Час	Уровень, см		Тем- пера- тура возду- ха °С	Сведения о ледовых явлениях
		Чард- жоу	Иль- чик		
1 III	6	299		3	В Чарджоу дождь, лед потем- нел, кромка движется вниз
	8	299			
	20	305	312		
2 III	6	312		—1	Кр. 850. Слив воды с затоплен- ной местности в реку выше кром- ки. У моста появилось много про- моин, 30% реки свободно ото льда
	12	318			
	16	321	324		
	20	322			
	24	324			
3 III	4	325		0	В 10 ч местн. вр. Кр. 833, 16 ч — 829, выше чисто. Ниже мо- ста протоку (промоину) делит пе- ремычка длиною 5 км. Работают два ледокола и артиллерия, кото- рая уничтожает перемычки
	8	325			
	12	329	337		
	16	332			
	20	332			
	24	331			
4 III	6	322		1	Кр. 822. На 819 км лед. пере- мычка длиной около 100—200 м. 819—807 чисто
	8	319			
	12	311	348		
	16	291			
	19	278			
	20	254			
	24	225			
5 III	4	199	350	1	
	6	181			
	8	182			
	16	175			
	20	172			
6 III	6	172		4	В 16 ч кр. 790; на 790—670 уве- личение числа и размеров промо- ин; до Ильчика уровни заметно падают
	8	170	341		
	12	169			
	20	167			
	24	165			

Сведения об уровне воды в последние дни ледостава

Название поста	Дата		Число дней с		Уровень воды, см						(9)—(6)	(8)—(9)	(8)—(6)
	пика	последне-го дня лдст	лдст	лдж	раньше пика		на пике		после пика				
					на 2 дня	на 1 день	высш.	средн.	на 1 день	на 2 дня			
Зима 1933/34 г.													
Тюямуюн	17 II	17 II	48	1	325	332		332	314	190	7		
Ташсака	17 II	16 II	36	3	373	377		385	377	340	12		
Карамышташ	18 II	19 II	45	1	386	383	401	389	388	271	6	12	18
Зима 1934/35 г.													
Тюямуюн	5 II	5 II	19	1	351	442	486	480	228	227	129	6	135
Ташсака	5 II	4 II	23	2	410	436	498	460	435	416	50	38	88
Карамышташ	21 II	21 II	60	2	353	360		377	295	263	24		
Чатлы	24 II	25 II	66	1	335	333		345	332	323	12		
Зима 1935/36 г.													
Тюямуюн	29 I	28 I	7	2	333	335	336	335	201	208	2	1	3
Ташсака (л. р.)	30 I	28 I	7	1	376	372	394	394	355	340	22	0	22
Ташсака (пр. р.)	30 I	28 I	6	1	385	382	404	404	364	350	22	0	22
Кипчак	15 II	18 II	18	2	331	338	370	364	361	349	33	6	39
	13 III	13 III	16	0	287	282		295	241	166	13		
Чатлы	15 III	16 III	95	2	286	294		295	294	281	9		
Зима 1936/37 г.													
Тюямуюн	—	26 I		1	спад	после зазора					0		
Ташсака (л. р.)	28 I	30 I	14	1	369	366		370	364	355	4		
Чатлы	26 XII	25 XII	3	1	257	255	309	285	245	179	30	24	54 затор
	15 III	16 III	4	0	304	304	308	304	298	226	0	4	4

Название поста	Дата		Числе дней		Уровень воды, см						(9) — (6)	(8) — (9)	(8) — (6)
	пика	последнего дня лдст	лдст	лдх	раньше пика		на пике		после пика				
					на 2 дня	на 1 день	высш.	сред.	на 1 день	на 2 дня			
Зима 1937/38 г.													
Данишер	6 I	—		4	371	409	412	410	406	362	0	не учитывается — зажор	
Тюямуюн (скал.)	11 I	10 I	10	2	325	311	341	322	234	195	11	19	30
Ташсака (л. р.)	12 I	11 I	14	1	365	364	418	389	354	328	25	29	54
Ташсака (пр. р.)	12 I	11 I	14	1				429	397	379	—		
Турткуль	20 I	19 I	19	1	313	329	349	—	295	255	36		36 затор, пост разрушен
Қарамышташ	22 I	—	—	—	320	352	392	386	382	330	66	6	72
Қипчак	21 I	20 I	20	2	288	292		341			53	затор, пост разрушен	
Чатлы	—	29 I	10	2		спад					0		
Парло	11 II	11 II	57	2	253	253		268	129	138	16		
Заир	20 II	19 II	50	1	174	183	199	195	147	126	21	4	25

Подъем уровня воды за двое суток в последние дни ледостава по средним
суточным (сс) и средним (сп) данным

Дата	Названия постов и их расстояния от устья, км																							
	Челялы 28		Кызыл- аяк 210		Курман 260		Карамыш- таш 304		Коксуз 365		Туркмуш 411		Ташсала 442		Ташму- рак 458		Дашмур 519		Дары- ага 590		Дары- ага 611		Кызыл 78	
	сс	сп	сс	сп	сс	сп	сс	сп	сс	сп	сп	сп	сс	сп	сс	сп	сс	сп	сс	сп	сс	сп	сс	сп
1915/16	103		111																					
1916/17	57		28																					
	0		0																					
1917/28	39												75	116	63	90								
1918/29													41											
1929/30													58		70									
1930/31	36												10	11	23	32								
1931/32	2																							
1932/33	15												6		6		5							
1933/34							6	18					12		7									
1934/35	12						24						50	88	129	135								
1935/36	9				33	39							22		2	3								
					13																			
1936/37	30	54											4		0									
	0	4																						
1937/38	0				53		66	72			36		25	54	11	30	0							
1938/39	10	16			38	49	9						0		0		0							
1939/40	4	9			11	54	7	25			16	24												
1940/41	156	162			44		66	71			0													
	0																							
1941/42	1				87	87	12	34			5	8												

[illegible]

[illegible]

Высшие зимние (X—III) уровни воды (см), расположенные
в хронологическом порядке, их даты и обеспеченность в ‰

Зима	Темир- бай 18		Заир, Байгужа 69, 66		Кызыл- джар 102		Раушан 127		Тахъятас 173	
1927/28										
1928/29										
1929/30										
1930/31										
1931/32										
1932/33										
1933/34										
1934/35										
1935/36										
1936/37										
1937/38										
1938/39										
1939/40										
1940/41										
1941/42										
1942/43										
1943/44										
1944/45										
1945/46										
1946/47										
1947/48										
1948/49										
1949/50										
1950/51	18 III	305			19 III	453				
		45				55				
1951/52	23 XI	247	8 II	360	6 I	493				
		83		62		40				
1952/53	30 XI	277	17 XII	421	29 XII	546	14 XII	573		
		69		23		22		14		

1 I-59 г. пост перенесен в 2,6 км выше, уровни в общем
сравнимы. До зимы 1953-54 гг. приняты уровни поста Тал-
дык с поправкой +70 см

Уровни на постах Заир и Байгужа сравнимы

Уровень 1957-58 гг. восстановлен по данным постов Заир и Раушан.

За 1952-59 гг. введена поправка +200 см

За 1954-63 гг. введена поправка +110 см

Зима	Чатлы 230		Киччак 283		Карамы- шташ 304		Коккуз, Турткуль 305		Ташсака 442	
1927/28									19 II	445
1928/29	12 III	414							11 II	457
1929/30									6 III	401
1930/31	16 III	370							1 I	380
1931/32	18 I	400			11 XII	277			13 X	316
1932/33	17 XII	289			12 II	(359)			29 XII	366
1933/34					7 I	409			13 II	406
1934/35	10 II	353			11 II	410			5 II	498
1935/36	17 XII	333	15 II	(370)	22 XII	(478)			30 I	394
1936/37	26 XII	309							21 I	394
1937/38	30 XI	430	22 I	>341	22 I	392			12 I	418
1938/39	2 I	313	Сведений нет		29 XII	319	30 XII	650	27 I	406
1939/40	27 II	297	24 II	320	2 II	318	22 I	680	1 X	296
1940/41	29 I	474	27 I	364	26 I	331	31 III	672	31 III	359
1941/42	23 II	290	28 II	>(385)	12 II	311	30 III	330	30 III	330
1942/43	10 III	413	5 III	446	26 I	368	30 I	738	24 II	384
1943/44	2 I	305	1 X	243	1 X	250	11 XI	574	6 X	296
1944/45	10 III	374	9 III	391	8 III	344	9 XII	667	8 XII	436
1945/46	5 II	385	4 II	349	4 II	345	4 II	684	30 X	323
1946/47	10 XII	374	15 I	325	15 I	292	12 I	623	21 XII	372
1947/48	24 XII	341	8,9 II	343	24 XII	332	21 XII	616	1 X	308
1948/49	31 I	380	30 I	384	29 I	396	26 I	687	25 I	447
1949/50	3 III	406	2 III	501	2 III	(462)	1 III	681	1 III	441
1950/51	16 III	358	15 III	444	14 III	406	12 III	650	12 III	408
1951/52	19 I	326	1 X	273	1 X	299	25 X	566	24 X	338
1952/53	28 XI	389	10 XII	353	10 XII	402	28 XII	611	17 XII	455

За 1912-17; 28-32 гг. для поста Чатлы взяты уровни поста Нукус с поправкой +120 см.

Поправка: 1938 г. — X 1964 г. +340
XI 1964 — V 1967 г. +70

Зима	Тюяму- юн 458	Данишер 519	Дарган- Ата 611	Ильчик 750	Чарджоу 820	Две мелкие объекты чужие	
1927/28	18 II	418 18			3 X 145 91	17,1	
1928/29					6 II 224 6	11,1	
1929/30	6 III	379 28			8 II 181 42	28,3	
1930/31	12 III	334 56			1 X 164 65	37,5	
1931/32	14 X	267 75			11 X 170 66	21,9	
1932/33	25 XII	389 25			16 I 236 4	4,2	
1933/34	13 II	376 31			1 X 164 68	27,2	
1934/35	5 II	511 2			27 XII 166 78	2,8	
1935/36	28 I	361 47			1 X 176 81	4,3	
1936/37	20 I	437 12	1 X 268 56		1 X 204 14	12,4	
1937/38	9 I	366 37	6 I 412 23	9 III 288 9	8 III 197 26	4,2	
1938/39	26 I	466 9	24 XII 354 32		1 X 144 93	9,2	
1939/40			1 X 220 95	8 X 231 40	3, 4 III 142 96	20,7	
1940/41	За 1927-39 гг. введена по-	31 III 305 41		29 III 302 5	29 III 217 7	2,3	
1941/42	правка +25	30 III 270 47		28 III 270 15	27 III 185 36	22,5	
1942/43		23 I 376 26		23 III 250 34	22 III 172 54	5,5	
1943/44		2 X 235 86		31 III 245 37	7 XI 185 39	72	
1944/45				19 XI 220 63	31 III 203 17	19,2	
1945/46					15 X 176 49	14,2	
1946/47		19 XII 422 20			6 X 172 56	20,3	
1947/48		1 X 243 77		16 III 260 25	1 X 147 88	49,5	
1948/49		31 XII > 525 < 5		22 III 209 88	19 I 207 9	< 5,9	
1949/50		26 II 535 2		4 II 261 21	1 X 156 83	2,2	
1950/51		1 XII 516 8	4 II 294 17	28 I 215 72	2 X 142 98	8,8	
1951/52	2 X	254 85	24 X 262 59	23 III 200 64	22 X 227 50	22 X 186 34	40,5
1952/53	19 XII	366 40	29 III 317 38	29 III 250 27	28 III 270 15	28 III 200 22	13,1

Зима	Темир бай 18		Занр. Байгужа 69, 66		Кызыл- джар 102		Раушан 127		Тахъитас 173	
1953/54	12 I	340	21 III	468	13 I	501	20 III	558		
		17		3		31		24		
1954/55	18 II	(300)	17—19 X	379	17 XII	429	18 XII	492	16 XII	585
		50		38		64		35		21
1955/56	19 I	305	10 III	432	10 III	502	13 III	466	9 III	625
		40		18		27		40		4
1956/57	2 III	334	24 I	360	3 III	583	3 III	685	2 III	625
		22		67		13		4		10
1957/58	28 XI	300	27 XI	388	28 XI	494	27 XI	429	27 XI	426
		55		28		36		45		73
1958/59	21 I	363	22 I	386	21 I	442	21 I	428	21 I	519
		8		33		60		50		38
1959/60	1 I	333	30 XI	460	3 XII	612	7 XII	569	12 XII	562
		27		8		8		19		27
1960/61	2 XII	370	23 I	374	26 XI	580	26 XI	517	23 I	517
		3		43		17		30		45
1961/62	7 X	291	28 I	308	28 I	382	27 I	320	26 I	462
		64		82		78		76		55
1962/63	24 XII	344	22 I	368	23 XII	499	23 XII	402	29 XI	541
		13		48		36		61		33
1963/64	18 II	297	18 II	362	17 II	465	17 II	407	17 II	394
		60		57		45		56		79
1964/65	20 I	271	20 I	335	20 I	394	19 I	325	20 I	485
		73		72		73		71		50
1965/66	26 XII	321	28 XII	364	27 I	289	30 I	238	21 I	365
		36		52		87		87		85
1966/67	26 XII	256	26 XII	287	25 XII	367	25 XII	300	22 I	430
		78		87		83		82		67
1967/68	1 X	160	1 X	192	1 X	235	1 X	187	1 X	325
		92		97		97		96		90
1968/69	23 III	329	21 III	434	21 III	629	20 III	644	17 III	600
		31		13		3		8		15
1969/70	16 I	212	15 I	323	16 I	399	15 I	352	14 I	454
		87		77		69		66		62
1970/71	4, 5 I	145	4, 5 I	221	4 I	287	3 I	236	1 X	207
		97		92		92		92		96

Зима	Чатлы 230		Кипчак 283		Карамы- шташ 304		Коккуз, Турткуль 365		Ташсака 442	
1953/54	27 I	430	13 III	425	13 III	456	12 III	635	8 III	510
		6		14		12		38		4
1954/55	15 XII	373	13 XII	359	14 XII	416	9, 10 XII	626	7 XII	500
		35		49		22		44		6
1955/56	2 I	414	5 III	375	1 III	395	15 I	598	12 I	420
		13		31		40		68		26
1956/57	1 III	353	27 XII	353	27 XII	397	18 II	587	11 I	401
		44		54		35		80		40
1957/58	16 XII	216	1 I	235	3 I	262	6 X	499	30 X	312
		94		98		96		98		89
1958/59	19 I	319	17 II	393	7 I	421	13 I	645	1 X	333
		61		17		17		35		74
1959/60	30 XII	297	29 XII	330	28 XII	377	6 I	618	25 XII	428
		77		72		50		50		24
1960/61	9 I	335	8 I	360	6 I	393	30 X	517	1 X	322
		51		43		45		92		85
1961/62	26 I	283	21 I	335	23 I	317	6 X	550	3 X	325
		87		66		80		89		80
1962/63	21 XII	353	18 XII	360	18 XII	395	11 I	589	26 XI	297
		46		46		42		77		94
1963/64	15 II	333	14 II	384	14 II	430	11 II	765	10 II	400
		56		25		14		2		42
1964/65	15 I	289	12 II	331	15 I	374	21 XII	632	31 XII	399
		84		69		52		41		44
1965/66	3 X	203	3 X	251	2 X	287	2 X	517	2 X	331
		98		89		91		95		76
1966/67	21 I	261	11 I	312	11 I	326	21 I	595	2 II	392
		89		83		70		74		51
1967/68	1 X	212	19 II	240	18 II	319	17 II	597	15 II	374
		96		95		73		71		60
1968/69	16 III	415	15 III	429	12 III	470	13 III	(715)	12 III	564
		9		11		7		8		2
1969/70	28 I	310	11 I	324	19 I	487	25 I	618	31 X	352
		65		78		2		53		69
1970/71	17 I	236	31 XII	364	25 XII	420	14 I	606	28 I	376
		91		40		20		65		58

Зима	Тюямун- юн 458	Данишер 519	Дарган- Ата 611	Ильчик 750	Чарджоу 820	Две наи- меньшие обеспе- ченности		
1953/54	9 III 60	316 53	29 III 53	1 X 31	225 28	28 III 27 III	257 173	3,4
1954/55	8 XII 50	340 74	1 X 74	30 III 45	210 91	31 III 1 X	209 192	6,21
1955/56	11 I 53	338 14	11 I 14	14 III 69	200 85	13 III 13 III	212 171	4,13
1956/57	20 I 34	370 35	15 II 35	5 II 3	446 60	1 X 1 X	222 171	3,4
1957/58	30 X 72	277 89	19 III 89	29 III 87	190 82	17 III 16 III	212 145	28,36
1958/59	2 X 79	266 62	31 III 62	30 III 73	195 31	30 III 29 III	251 178	8,17
1959/60	25 XII 15	434 11	24 XII 11	1 X 60	202 12	2 X 2 X	276 202	8,8
1960/61	1 X 95	238 98	1 X 98	1 X 78	191 69	1 X 1 X	219 164	3,17
1961/62	2 X 69	279 68	2 X 68	2 X 36	216 47	1 X 1 X	228 195	55,64
1962/63	1 X 98	220 83	16 III 83	14 III 97	175 85	13 III 12 III	212 160	13,33
1963/64	10 II 44	364 29	30 I 29	6 II 13	397 53	31 III 23 III	225 172	2,13
1964/65	10 I 21	401 44	8 I 44	1 X 55	203 66	19 X 1 X	220 199	21,41
1965/66	1 X 91	245 92	24 III 92	1 X 83	191 95	22 III 21 III	205 180	36,52
1966/67	7 I 63	304 50	6 I 50	2 I 22	288 56	26 X 25 X	225 152	22,50
1967/68	1 X 82	255 71	11 II 71	23 III 92	182 75	24 III 2 X	213 161	60,71
1968/69	12 III 5	502 17	11 III 17	10 III 8	444 2	5 III 16 I	370 410	2,2
1969/70	21 XI 66	286 65	31 X 65	10 XI 50	204 44	8 XI 31 III	230 206	2,53
1970/71	1 I 88	253 80	1 X 80	1 X 40	(216) 40	1 X 12 X	173 177	20,40

Высшие за октябрь—март нормированные

№ я п	Темирбай 18	Заир, Бай- гужа 69, 66	Кызыл- жар 102	Раушан 127
1	2 XII	145	21 III	172
	60	3	54	3
2	21 I	132	30 XI	160
	59	8	59	8
3	24 XII	98	21 III	118
	62	13	69	13
4	12 I	91	10 III	114
	54	17	56	18
5	2 III	80	17 XII	98
	57	22	52	23
6	1 I	78	27 XI	44
	60	27	57	28
7	23 III	71	22 I	40
	69	31	59	33
8	26 XII	56	17—19 X	29
	65	36	54	38
9	19 I	27	21 I	21
	56	40	61	43
10	18 III	27	22 I	11
	51	45	63	48
11	18 II	18	28 XII	5
	55	50	65	52
12	28 XI	18	18 II	2
	57	55	64	57
13	18 II	13	8 II	—2
	64	60	52	62
14	7 X	2	24 I	—2
	61	64	57	67
15	30 XI	—24	20 I	—42
	52	69	65	72
16	20 I	—35	15 I	—61
	65	73	70	77
17	26 XII	—62	28 I	—85
	66	78	62	82
18	29 XI	—78	26 XII	—119
	51	83	66	87
19	16 I	—142	4 I	—225
	70	87	71	92
20	1 X	—236	1 X	—271
	67	92	67	97
21	4, 5 I	—264		
	71	97		
22				
23				
24				
25				
26				
27				

уровни (см) и их обеспеченность (%)

Тахьятас 173		Чатлы 230		Кыпчак 283		Карамышташ 304	
9 III	132	29 I	210	2 III	274	19 I	180
56	4	41	2	50	2	70	2
2 III	132	30 XI	140	5 III	172	22 XII	166
57	10	37	4	43	5	35	4
17 III	110	27 I	140	15 III	168	12 III	154
69	15	54	6	51	8	69	7
16 XII	96	16 III	117	15 III	141	2 III	142
54	21	69	9	69	11	50	9
12 XII	76	12 III	115	13 III	133	13 III	132
59	27	29	11	54	14	54	12
29 XI	57	2 I	115	17 II	74	14 II	92
62	33	56	13	59	17	64	14
21 I	37	10 III	114	9 III	70	7 X	78
59	38	43	16	45	19	59	17
23 I	35	3 III	103	28 II	59	25 XII	77
61	45	50	18	42	22	70	20
20 I	6	18 I	94	14 II	57	14 XII	71
65	50	32	21	64	25	54	22
26 I	—14	28 XI	76	30 I	57	11 II	61
62	55	52	23	49	28	35	25
14 I	—22	5 II	70	5 III	41	7 I	60
70	62	46	25	56	31	34	27
22 I	—43	31 I	62	15 II	31	14 III	55
67	67	49	28	36	34	51	30
27 XI	—47	10 XII	53	27 I	20	10 XII	49
57	73	46	30	41	37	52	32
17 II	—76	10 III	53	31 XII	20	27 X	42
64	79	45	32	70	40	56	35
21 I	—102	15 XII	52	8 I	13	29 I	40
66	85	54	35	61	43	49	37
1 X	—138	16 III	48	18 XII	13	1 III	38
67	90	31	37	62	46	56	40
1 X	—242	16 III	28	13 XII	11	18 XII	38
70	96	51	39	54	49	62	42
		10 II	20	10 XII	0	6 I	35
		35	42	52	51	61	45
		1 III	20	27 XII	0	22 I	34
		57	44	56	54	38	47
		21 XII	20	4 II	—7	28 XII	11
		62	46	46	57	59	50
		24 XII	2	8 II	—18	15 I	6
		47	49	48	60	65	52
		9 I	—8	22 I	—22	26 I	—3
		61	51	38	63	43	55
		17 XII	—11	21 I	—33	12 II	—17
		35	54	62	66	33	58
		15 II	—11	12 II	—41	4 II	—38
		64	56	65	69	46	60
		19 I	—22	29 XII	—43	8 III	—40
		52	58	59	72	45	63
		19 I	—33	15 I	—52	24 XII	—58
		59	61	47	75	47	65
		2 I	—42	11 I	—54	26 I	—60
		39	63	70	78	41	68

№ п.п.	Коккуз, Турт- куль 365, 411		Ташсака 442		Тюямуюн 458		Данишер 519	
1	11 II	241	12 III	287	5 II	209	26 II	203
	64	2	69	2	35	2	50	2
2	30 I	195	8 III	198	12 III	198	31 XII	>194
	43	5	54	4	69	5	48	<5
3	13 III	155	7 XII	182	26 I	153	1 XII	185
	69	8	54	6	39	9	50	8
4	26 I	107	5 II	179	20 I	117	24 XII	168
	48	11	35	8	37	12	59	11
5	4 II	102	11 II	112	25 X	114	11 I	162
	46	14	29	11	59	15	56	14
6	1 III	96	17 XII	108	18 II	94	11 III	97
	50	17	52	13	28	18	69	17
7	22 I	95	25 I	95	10 I	73	19 XII	95
	40	20	49	15	65	21	46	20
8	31 III	81	19 II	92	25 XI	58	6 I	86
	41	23	28	17	32	25	38	23
9	9 XII	72	1 III	85	6 III	46	23 I	51
	44	26	50	20	30	28	43	26
10	30 XII	43	8 XII	77	13 II	42	30 I	43
	38	29	44	22	34	31	64	29
11	12 III	43	25 XII	64	20 I	35	24 XII	30
	51	32	59	24	57	34	38	32
12	13 I	34	12 I	51	9 I	30	15 II	10
	59	35	56	26	38	37	57	35
13	12 III	17	12 I	48	19 XII	30	29 III	-5
	54	38	38	29	52	40	53	38
14	21 XII	12	12 III	31	10 II	27	31 III	-16
	64	41	51	31	64	44	41	41
15	9 XII	2	27 I	28	28 I	23	8 I	-16
	54	44	39	33	36	47	65	44
16	12 I	-3	13 II	28	8 XII	-2	30 III	-28
	47	47	34	35	54	50	42	47
17	6 I	-12	6 III	20	11 I	-5	6 I	-43
	60	50	30	38	56	53	67	50
18	25 I	-12	11 I	20	12 III	-10	29 III	-47
	70	53	57	40	31	56	54	53
19	30 III	-14	10 II	18	9 III	-32	1 X	-51
	42	56	64	42	54	60	36	56
20	21 XII	-16	31 XII	16	7 I	-41	24 X	-57
	47	59	64	44	67	63	51	59
21	28 XII	-24	30 I	8	21 XI	-69	31 III	-64
	52	62	36	47	69	66	59	62
22	14 I	-33	21 I	8	2 X	-78	31 X	-64
	71	65	37	49	61	69	69	65
23	15 I	-46	2 II	5	30 X	-80	2 X	-68
	56	68	67	51	57	72	61	68
24	17 II	-48	24 II	-8	14 X	-93	11 II	-70
	68	71	43	53	31	75	68	71
25	21 I	-52	1 I	-15	2 X	-94	1 X	-72
	67	74	31	56	58	79	54	74
26	11 I	-62	28 I	-21	1 X	-107	1 X	-75
	63	77	71	58	67	82	47	77
27	18 II	-66	15 II	-25	8 X	-109	1 X	-78
	57	80	68	60	51	85	70	80

Дарган-Ата 611		Ильчик 750		Чарджоу 820	
5 II	256	5 III	374	16 I	732
57	3	69	2	69	2
10 III	253	29 III	180	16 I	171
69	8	41	5	33	4
6 II	194	9 III	140	29 III	110
64	13	38	9	41	7
4 II	63	2 X	106	19 I	77
51	17	59	12	49	9
21	56	28 III	89	31 III	74
67	22	42	15	70	12
20 III	08	28 III	89	1 X	68
53	27	53	18	36	14
1 X	-24	14 II	63	31 III	64
53	31	50	21	45	17
2 X	-35	16 III	60	2 X	61
61	36	48	25	59	19
1 X	-35	28 III	51	28 III	55
70	40	54	28	53	22
30 III	-43	30 III	34	1 X	52
55	45	59	31	64	24
10 XI	-51	23 III	31	8 III	45
69	50	43	34	38	26
1 X	-52	31 III	17	1 X	39
64	55	44	37	61	29
1 X	-53	8 X	-23	1 X	29
59	60	39	40	54	32
23 III	-56	8 XI	-26	22 X	10
52	64	69	44	51	34
14 III	-56	1 X	-31	7 XI	6
56	69	61	47	43	36
30 III	-62	22 X	-34	27 XII	6
59	73	51	50	42	39
1 X	-67	31 III	-40	21 III	-10
60	78	64	53	66	41
1 X	-67	26 X	-40	29 III	-16
65	83	66	56	59	44
29 III	-68	1 X	-49	12 X	-19
58	87	56	60	70	46
25 III	-78	19 XI	-54	15 X	-23
68	92	44	63	45	49
14 III	-87	19 X	-54	27 III	-32
63	97	64	66	54	51
		1 X	-57	22 III	-35
		60	69	43	54
		28 I	-69	6 X	-35
		51	72	46	56
		24 III	-74	23 III	-35
		68	75	64	59
		13 III	-77	13 III	-39
		56	79	56	61
		17 III	-77	1 X	-39
		58	82	56	64
		13 III	-77	31 III	-58
		63	85	32	66

№ п п	Темирбай 18	Заир, Бай- гужа 69, 66	Кызылд- жар 102	Раушан 127
----------	----------------	---------------------------	--------------------	------------

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

Тахьятас 173	Чатлы 230	Кипчак 283	Карамышташ 304		
28 I	—47	24 II	—61	11 I	—68
70	65	40	81	67	70
26 XII	—48	11 I	—76	18 II	—78
36	68	67	83	68	73
2 I	—55	1 X	—148	29 XII	—78
44	72	51	86	38	75
30 XII	—67	3 X	—189	2 II	—80
59	75	65	89	40	78
27 II	—68	1 X	—204	23 I	—82
40	77	43	92	68	80
23 II	—78	19 II	—209	12 II	—91
42	79	68	95	42	83
17 XII	—80	1 I	—218	1 X	—109
32	82	58	98	51	86
15 I	—80			15 I	—120
65	84			47	88
26 I	—89			2 X	—128
62	87			65	91
21 I	—123			11 XII	—143
67	89			31	93
17 I	—162			3 I	—166
71	91			58	96
16 XII	—194			1 X	—184
57	94			43	98
1 X	—200				
67	96				
3 X	—214				
65	98				

№ п п	Коккуз, Турт- куль 365. 411		Ташсака 442		Тюямуюн 458		Данишер 519	
28	11 XI	—88	21 XII	—28	1 I	—110	6 III	—82
	43	83	46	62	71	88	63	83
29	25 X	—102	29 XII	—38	1 X	—120	2 X	—83
	51	86	32	65	65	91	43	86
30	6 X	—129	31 III	—49	1 X	—128	19 III	—86
	61	89	41	67	60	95	58	89
31	30 X	—186	31 X	—61	1 X	—151	24 III	—96
	60	92	69	69	62	98	66	92
32	2 X	—186	24 X	—84			1 X	—97
	65	95	51	71			39	95
33	6 X	—251	1 X	—92			1 X	—114
	57	98	58	74			60	98
34			2 X	—95				
			65	76				
35			30 III	—97				
			42	78				
36			3 X	—105				
			61	80				
37			30 X	—108				
			45	83				
38			1 X	—110				
			60	85				
39			13 X	—120				
			31	87				
40			30 X	—126				
			57	89				
41			1 X	—133				
			47	92				
42			26 XI	—151				
			62	94				
43			1 X	—152				
			39	96				
44			6 X	—152				
			43	98				

Дарган-Ата
611

Ильчик
750

Чарджоу
820

20 I	—86	1 X	—61
49	88	33	68
31 III	—86	1X	—61
55	91	60	71
22 III	—97	2 X	—71
66	95	67	74
1 X	—189	12 III	—74
70	98	63	76
		1 X	—81
		34	78
		1 X	—87
		35	81
		1 X	—87
		49	83
		25 X	—100
		66	86
		1 X	—116
		47	88
		16 III	—122
		58	91
		1 X	—126
		38	93
		3, 4 III	—132
		40	96
		2 X	—132
		50	98

Высшие за ноябрь—февраль нормированные уровни (см)
и их обеспеченность (%) в убывающем порядке

№ п п	Данишер		Дарган-Ата		Ильчик		Чарджоу	
1	26 II 50	188 2	5 II 57	246 3	5 III 69	530 2	16 I 69	787 2
2	31 XII 48	180 5	10 III 69	243 8	14 II 50	166 5	16 I 33	244 4
3	1 XII 50	173 8	6 II 64	194 13	18 I 38	127 9	6 II 29	206 7
4	24 XII 59	159 11	4 II 51	82 18	17 XI 47	74 12	19 I 49	153 9
5	11 I 56	153 14	2 I 67	75 23	7 I 41	63 15	7 XI 43	84 10
6	11 III 69	98 17	3 XI 53	—10 28	8 XI 69	63 18	8 II 30	72 13
7	19 XII 46	97 20	10 XI 69	—16 32	1 XI 59	57 21	18 XI 69	69 16
8	6 I 38	89 23	20 XI 51	—36 37	19 XI 51	47 25	4 XI 51	66 18
9	23 I 43	59 26	2 XI 52	—41 42	15 II 42	43 28	26 XI 35	34 20
10	30 I 64	52 29	2 XII 60	—44 47	19 XI 44	30 31	19 XI 65	28 23
11	24 XII 38	42 32	21 XI 65	—49 53	28 XI 50	13 34	1 XI 64	25 24
12	15 II 57	24 35	1 XI 70	—52 58	13 XII 43	—7 37	30 XI 60	3 26
13	8 I 65	2 38	1 XI 55	—58 62	24 XI 62	—7 40	23 XI 62	3 29
14	6 I 67	—20 41	11 XII 64	—60 63	22 II 54	—13 44	19 II 34	—3 31
15	11 XI 69	—40 44	25 XI 62	—64 67	7 XI 66	—13 47	1 XI 59	—3 33
16	5 XI 51	—42 47	14 II 58	—64 72	19 XI 60	—17 50	1 XI 37	—9 36
17	11 II 68	—43 50	25 XI 62	—64 77	20 I 49	—20 53	22 XII 30	—12 38
18	14 XII 41	48 53	1 XI 58	—67 82	3 XI 42	—30 56	27 XI 31	—12 40
19	29 XII 43	—59 56	2 XI 67	—67 87	3 XI 39	—43 60	1 XI 45	—19 42
20	3 XI 53	—61 59	24 XII 59	—71 92	1 XI 58	—43 63	8 XI 36	—22 44
21	9 I 41	—68 62	1 XI 61	—80 97	27 II 64	—43 66	1 XI 70	—25 47

22	28 II 53	—68 65
23	14 XII 57	—69 68
24	15 XI 39	—69 71
25	22 XI 65	—73 74
26	26 XI 62	—75 77
27	25 XII 58	—78 80
28	20 XII 54	—82 83
29	20 II 62	—82 86
30	11 I 37	—85 89
31	18 XI 47	—85 92
32	23 XII 70	—85 95
33	3 XII 60	—93 98
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		

19 XI 65	—60 69	18 XI 44	—31 45
1 XI 67	—60 72	1 XI 67	—31 51
17 II 62	—80 75	2 XI 53	—41 53
25 I 58	—86 79	30 XI 54	—41 56
24 II 56	—97 82	12 XII 41	—47 58
17 XI 55	—100 85	7 XI 40	—50 60
26 II 53	—117 88	2 XII 42	—50 62
2 II 65	—171 91	1 XI 46	—50 65
1 XI 56	—123 95	1 XI 55	—53 67
2 XII 70	—177 98	23 XI 61	—59 69
		7 XI 66	—59 71
		22 I 39	—66 74
		27 I 63	—66 76
		26 II 53	—72 77
		3 XI 56	—82 80
		20 XII 58	—91 82
		20 I 50	—91 84
		11 XII 57	—97 87
		15 II 35	—106 90
		13 XI 39	—106 91
		5 II 51	—106 93
		15 XI 47	—109 96
		4 XI 27	—134 98

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Основные черты зимнего режима Амударьи	5
2. Сведения о наводнениях и других чрезвычайных явлениях (ч/я)	12
3. Зажоры, заторы и другие особые явления, отмечаемые в годовых таблицах уровня воды гидрологических ежегодников	18
4. О природе зажоров и заторов и связь их с уровнем воды	20
5. Уровень воды как мера опасности наводнения и степени стеснения русла	24
6. Естественное русловое регулирование на Амударье зимой	27
7. Сведения о ледовых явлениях и уровне воды в районе г. Чарджоу зимой 1968-69 г.	32
8. Весенние заторы на Амударье	36
9. Исследование ежедневных расходов воды для определения их точно- сти и пригодности для гидрологического анализа	42
10. Интересные зимы	49
11. Об изменении уровня воды при замерзании реки	56
12. Высший зимний уровень воды	60
13. Опасные ситуации и уровень воды	74
Заключение	79
Список литературы	80
Приложения	82

Труды САРНИГМИ, вып. 47(128)

Петр Михайлович Машуков

ЗАТОРЫ И ЗАЖОРЫ НА р. АМУДАРЬЕ

Редактор Ю. П. Бреховских. Технический редактор В. И. Семенова.

Корректор З. Т. Тимченко
ИБ № 601

Сдано в набор 24/1 1977 г. Подписано к печати 13/IX 1977 г. М-20288. Формат 60x90/
Бум. тип. № 1. Печ. л. 8,5 в т. ч. вкл. Уч. изд. л. 10,55. Тираж 400 экз. Индекс ОЛ-1
Заказ 69. Цена 79 коп. Гидрометеонадат. 199053. Ленинград, 2-я линия, 21.

Типография издательства «Волгоградская правда», г. Волгоград, Привокзальная площадь,
Дом печати.