

УДК 556. 536; 556, 166/107

РЕКА ЖАЙЫК (УРАЛ): УГРОЗА НАВОДНЕНИЙ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Доктор геогр. наук Р.И. Гальперин
Т.В. Колча
А. Авезова

Проанализированы характеристики высоких половодий на р. Жайык: максимальные расходы и уровни воды, частота затопления поймы. По архивным данным и полевым материалам института «Энергия» (бывший институт Энергосетьпроект) оценены разливы реки в разных створах. Проанализировано влияние Ириклинского водохранилища на характеристики высоких половодий, включая трансформацию максимального расхода воды вниз по течению реки.

Наводнения остаются самым убыточным явлением природы, о чем свидетельствует многочисленная статистика [7, 9, 12]. Более того, в эпоху климатических перемен, к коим относится и современная, опасные явления природы учащаются, а увеличение концентрации населения и производств вблизи водных объектов постоянно усиливает соответствующие риски. Человечество обречено жить под постоянной угрозой наводнений.

Но, с другой стороны, очевидны и противоположные тенденции, связанные с зарегулированием речного стока крупными водохранилищами. Больше всего они влияют именно на максимальный сток. В то же время никакие хозяйственные мероприятия, никакие превентивные меры, не дают полной гарантии от разрушительных наводнений. Пример тому – Миссисипи – одна из самых зарегулированных крупных рек мира; несмотря на большое количество регулирующих сток сооружений, обвалование реки, несколько лет назад её низовья, подверглись затоплению, включая Новый Орлеан, более 100 лет до того «отдыхавший» от подобных бедствий. Более того, при высоком половодье в случае заблаговременного в году заполнения водохранилища (например, при неверном прогнозе) его наличие только увеличивает угрозу затопления ниже лежащих территорий, что и произошло на некоторых реках Казахстана в 1993 году. И особенно велика опасность разрушения плотин, например, при прохождении паводка выше расчетного. Так, в 1951 г. на р. По была разрушена лучшая в

мире [14] защитная система, что стоило жизни ста человекам, а экономике Италии – потери четверти годового бюджета страны. Тем не менее, в обычных условиях эксплуатации водохранилища умеряют мощь высоких половодий и паводков, снижают опасность затопления территорий.

Река Жайык (Урал) характеризуется исключительно высокими половодьями. В 1957 г. на посту с. Кушум зафиксирован максимальный расход воды $14000 \text{ м}^3/\text{с}$, а по российским данным по реке проходил расход $18400 \text{ м}^3/\text{с}$ [13]. Это – рекордные показатели по рекам Казахстана, хотя по общей водности р. Жайык – лишь четвертая из них, уступая Ертису почти в 2,5 раза. А.А. Чибилев называет ее «рекой весеннего половодья» [13]. Значительны разливы реки в казахстанской части ее бассейна. Здесь пойма реки имеет ширину 6...15 км. А по [10] южнее с. Калмыково, где воды Жайыка сливаются с водами Узеней, общая ширина разлива может достигать 100 км. Однако, после создания в России ряда водохранилищ, в первую очередь Ириклинского – с полным объемом $3,3 \text{ км}^3$, ситуация изменилась. Ранее произведенное сравнение [4, 5] дало следующие результаты. До 1958 г. в створе с. Кушум максимальные расходы воды на пике половодья в 1922, 1942, 1946, 1957 гг. составляли $9200...14000 \text{ м}^3/\text{с}$, а после 1958 г. было лишь два значительных пика – 10600 и $7320 \text{ м}^3/\text{с}$ – в 1970 и 1971 гг. соответственно. В створе с. Кушум средний из годовых максимальных расходов воды (Q_{max}) снизился примерно вдвое, а стандарт отклонения – почти в 2,5 раза. В створе с. Махамбет (с. Тополи) эти соотношения составляют примерно 1,5 и 4. Критерии Стьюдента и Фишера с очевидностью свидетельствуют о неоднородности рядов Q_{max} , причем, статистика Фишера «зашкаливает» за критические значения соответствующей таблицы.

Однако, не следует целиком относить эту разницу за счет влияния водохранилища. С середины 70-х гг. началась новая фаза глобального потепления, именно в это время произошли заметные изменения в водности и режиме рек данного района (в частности в бассейнах Волги, Жайык) [6, 11]. Неслучайно на р. Жайык после 1971 г. не было ни одного выдающегося максимального расхода воды. В итоге при расчетах стока за современный период использовалась лишь часть временного ряда, а именно с 1974 г.

Трансформация выдающихся Q_{max} по длине реки неодинакова в условиях условно-естественного стока (до 1957 г.) и в последующие годы. Как показали расчеты, на бесприточном 587-километровом участке между селами Кушум и Махамбет в первый период величина среднего максимального расхода воды (обеспеченностью 50 %) снижалась в среднем на 24 %, то

есть примерно 4 % на каждые сто километров. Но выдающиеся расходы уменьшались (ΔQ) гораздо сильнее, причем, тем значительнее, чем больше расход воды (табл. 1). Самые высокие расходы воды до ввода в строй Ириклинского водохранилища снижались так: в период 1936...1957 гг. – при $Q_{\max} = 5000 \text{ м}^3/\text{с}$ – примерно на 30 %, при $Q_{\max} = 14000 \text{ м}^3/\text{с}$ – на 63 %. Эти соотношения получены по выведенной связи (рис. 1)

$$\Delta Q = 0,0036Q + 12,5, \quad (1)$$

где ΔQ – уменьшение Q_{\max} на участке, %; Q – максимальный расход воды редкой повторяемости в верхнем створе (с. Кушум).

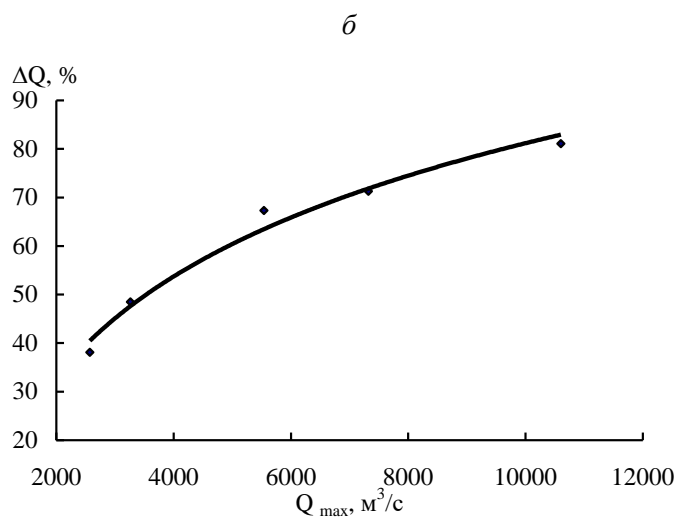
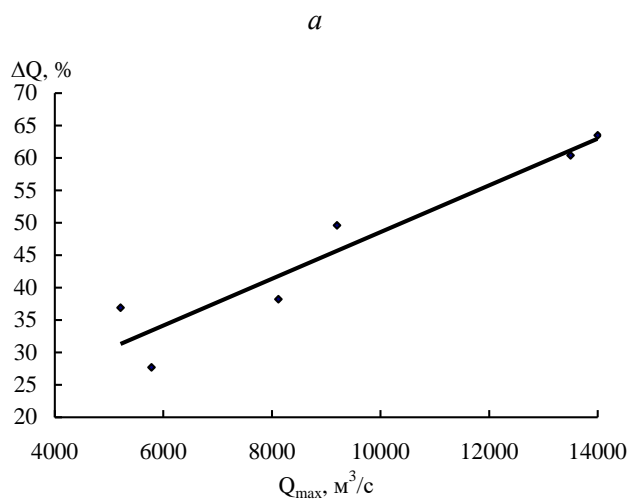


Рис. 1. Уменьшение выдающихся максимальных расходов воды р. Жайык на участке с. Кушум – с. Махамбет. а) – до 1957 г., б) – после 1957 г.

Таблица 1

Максимальные расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$) в створе с. Кушум и процент их снижения в створе с. Махамбет в годы с высоким половодьем

Год	Расходы воды в створе с. Кушум, $\text{м}^3/\text{с}$	Уменьшение расхода, %
До 1957 г.		
1941	5780	27,7
1942	13500	60,4
1946	9200	49,6
1947	5210	36,9
1948	8120	38,2
1957	14000	63,5
После 1957 г.		
1970	10600	81,1
1971	7320	71,3
1990	2570	38,1
1993	3260	48,5
1994	5540	67,3

С введением в строй Ириклинского водохранилища трансформация выдающихся Q_{max} стала еще большей. За период 1958...2005 гг. ее величина выражена уравнением

$$\Delta Q = 30 \ln Q - 195. \quad (2)$$

При $Q_{\text{max}} = 2000 \text{ м}^3/\text{с}$ в створе с. Кушум на данном участке он снижается теперь на 30 %, при $Q_{\text{max}} = 10000 \text{ м}^3/\text{с}$ он снизился бы более, чем на 80 %. Как указывалось, современную ситуацию по расходам воды характеризует период с 1974...2004 гг. В итоге рассчитанный максимальный расход воды обеспеченностью 1 % снизился бы более, чем втрое – с 6340 до 2050 $\text{м}^3/\text{с}$ (снятый с кривой обеспеченности $Q_{1\%}$ в нижнем створе 2005 $\text{м}^3/\text{с}$, невязка – 2 %, что в целом свидетельствует об удовлетворительной сходимости результатов оценки по двум методам), а расход обеспеченностью 10 % – примерно вдвое. В итоге максимальный расход, обеспеченностью 1 % снижается на участке между с. Кушум и с. Махамбет примерно на 11 % на каждые 100 км расстояния.

На 118-километровом участке от с. Махамбет до г. Атырау среднее снижение Q_{max} – всего на 3,3 %, причем, в отдельные годы зафиксированный Q_{max} даже увеличивается на этом участке. Заметим, что подобные различия – в пределах точности измерения расхода воды, а тем более – точности оценки максимума по кривой $Q = f(H)$. В таблице 2 приведены значения максимальных уровней воды в реках, рассчитанных за периоды

до 1957 г. и за 1958...2004 гг. В большинстве случаев использован метод усеченных распределений (методика – в [1, 2]).

Рис. 2 иллюстрирует изменение горизонта воды (м БС) обеспеченностью 1 % по длине казахстанского участка р. Жайык по состоянию на современный период – 1958...2004 гг.

Таблица 2
Максимальные уровни воды (см. над «0 поста») обеспеченностью 1 % в разных створах р. Жайык за два периода

Створ	Расстояние от устья, км	Период, гг.	H _{1%} , см	Метод расчета	C _s
г. Уральск	799	1938...1957	1021	у	-1,4
		1958...2004	875	п	-0,6
с. Кушум	732	1912...1957	959	у	-1,0
		1958...2004	897	п	-0,6
пос. Мергеневский	560	1942...1957	1409	у	-1,0
		1958...2004	1185	у	1,0
с. Калмыково	385	1937...1957	1242	у	-1,4
		1958...2004	953	у	2,0
г. Атырау	27	1922...1957	407	п	-1,0
		1978...2004	403	у	0

Примечание: п – полное распределение, у – усеченное распределение

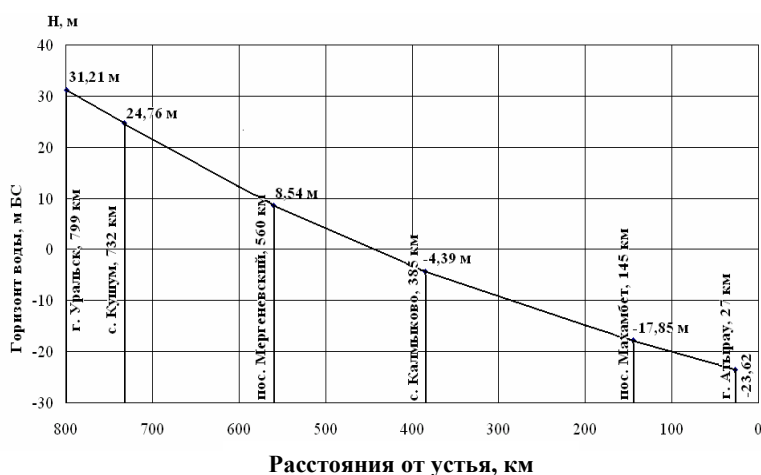


Рис. 2. Изменение горизонта воды обеспеченностью 1 % по длине р. Жайык за период 1958...2004 гг.

Как следует из табл. 2, во второй период расчетный максимальный уровень воды вдоль всей реки, кроме замыкающего створа г. Атырау, снизился. Это снижение в разных створах было различным: в верхних – на 0,5...1,5 м, в створах пос. Мергеневский и с. Калмыково – на 2...3 м.

Такие большие различия, видимо, связаны с морфологией поймы, но, возможно, в не меньшей степени – с мероприятиями на пойме (защитные дамбы и пр.). Наибольшие изменения произошли в створе с. Калмыково, где, как известно, – обширны разливы реки.

Действительно, уровенные характеристики после 1957 г. изменились во всем их диапазоне. В створе с. Калмыково в первый период 5 раз – четырежды в 40-е годы и в 1957 г. – максимальные уровни воды составляли 970...1140 см над «0 поста». В три самых многоводных года после 1957 г. уровни достигали 795...859 см: в 1970 г. (максимальный уровень восстановления), 1993 и 1994 гг. произошли определенные изменения и в самых низких из годовых максимумов уровней воды: до 1957 г. отметки 400 см над «0 поста» уровень не достигал дважды, а после 1958 г. – пять раз, причем в 1967 г. его отметка составила всего 227 см, а в 1984 г. отметка уровня составляла 315 см. Значит, изменения произошли очень внушительные.

Заметим, что характеристики наибольших максимальных уровней воды, рассчитанные за длительный период [3], мало отличаются от таких за период с условно естественным стоком (до 1957 г.). Это и понятно: все самые высокие H_{\max} относятся к первому периоду, они и определяют уровни воды редкой повторяемости как первого их двух периодов, так и полного ряда наблюдений. Однако, современную ситуацию, с меньшими H_{\max} , характеризует именно второй период – с 1958 г.

Исключение составляет створ г. Атырау. Здесь очень велико влияние на уровни воды в реке фоновое влияние моря. Ряд H_{\max} после 1957 г. неоднороден, что связано со сменой фаз многолетнего хода уровня Каспия. Ряд однороден с 1978 г., причем расчетные высокие значения H_{\max} за 1922-1957 и 1978-2004 гг. практически не различаются.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что в период условно естественного стока по всем створам распределение H_{\max} (во всяком случае, в верхней части кривой) имело отрицательную асимметричность. В период нарушенного стока отрицательная асимметричность уменьшилась или даже сменилась на положительную. Это также объяснимо в связи с меньшими разливами реки при меньших Q_{\max} .

Пойма реки стала затопливаться значительно реже, что иллюстрируется табл. 3. При составлении таблицы использованы данные Казгидромета по характерным отметкам затопления территории. Сравнение соответствующих обеспеченных максимальных уровней воды выполнено по

двум семействам кривых обеспеченностей. Относительно небольшие изменения произошли только для частоты начала заполнения поймы в створе г. Уральск, – раньше это происходило в среднем раз в 3 года, а потом – раз в 4 года. По другим створам характерные уровни на реке стали достигаться реже в 5...7 раз.

Таблица 3

Обеспеченность характерных отметок затопления поймы по двум периодам

Створ	Характерный уровень	Отметка над «0 поста», см	Период, год	Обеспеченность, %
г. Уральск	начало затопления поймы	700	1937...57	35
			1958...04	25
	затопл. населен. пунктов, угодий	800	1937...57	25
			1958...04	5
с. Кушум	полное затопление поймы	900...950	1912...57 1958...04	5...8 1 и менее
пос. Мергеневский	затопление поймы	1040	1942...57	30
			1958...04	5
с. Калмыково	затопление населенных пунктов	850	1937...57	25
			1958...04	3
г. Атырау	выход воды на пойму	300...340	1922...57	35...40
			1978...04	5...15

Охарактеризовать ширину разлива реки в самые высокие половодья пока затруднительно. Во-первых, в зависимости от морфологии долины в каждом конкретном створе в один и тот же паводок такой разлив неодинаков. Во-вторых, в выдающиеся половодья ширина затопляемой полосы на Прикаспийской низменности очень значительна, что затрудняет топографические работы при водно-технических изысканиях, и нивелировка поперечников изыскательскими партиями обычно не производится до действительно незатопляемых в самые высокие половодья отметок, но даже и таких неполных данных мало, и они труднодоступны для пользования.

Для приближенной оценки ширины затопления местности в разных створах использованы следующие материалы:

- описания участков гидрологических постов в Гидрологических Ежегодниках (ГЕ);
- описания участков гидрологических постов, приводимые в их Технических делах (ТД);

- данные нивелировок, любезно предоставленные Институтом «Энергия». Такие оценки приведены в табл. 4.

Таблица 4

Разливы р. Жайык при высоких половодьях в створах гидропостов

Створ	Расстояние от устья, км	Ширина реки в межень, м	Ширина реки при высоком половодье, км	Источник информации о ширине разлива
г. Уральск	799	80...170	3,5 10...12	ТД ГЕ
9,4 км ниже г. Уральск	790	-	11	Институт «Энергия»
с. Кушум	732	100...170	6,1	ТД
пос. Мергеневский	560	-	6...7	ГЕ
9,2 км выше с. Калмыково	394	-	5,3...6	Институт «Энергия»
с. Калмыково	385	-	6...8	ГЕ
с. Махамбет	145	115...150	1,5	ГЕ
1,9 км выше г. Атырау	29	-	10	Институт «Энергия»
г. Атырау	27	-	0,2	ГЕ

В целом подтверждаются данные Н.Н. Пальгова [8], что в нижнем течении р. Жайык пойма затапливается на 6...8 км, местами до 15 км; при этом ширина русла вниз по течению увеличивается от 100...200 м до 300...500 м. Очевидно, снижение максимальных уровней воды в выдающиеся половодья после введения в строй Ириклинского водохранилища должно сказаться и на ширине разлива реки. Однако в виду вышесказанного возможности такой оценки очень ограничены.

Рассмотрен морфометрический створ в 9,2 км выше с. Калмыково, снятый институтом «Энергия» при проектировании линии связи 500 кВт Уральская – Гурьев – Кульсары. По материалам изысканий пойма здесь шириной 6 км, склоны долины и повышенные участки поймы полупустынные, а вблизи русла – участки густого леса со староречьями, протоками, озерами, луговым разнотравьем. Разница в отметках реки в створе перехода со створом гидропоста 58 см. В итоге перенос отметок $H_{1\%}$ из створа гидропоста дает здесь отметки уровня воды: для периода 1937...1957 гг. $H_{1\%} = -0,92$ м БС, для периода 1958...2004 гг. $H_{1\%} = -3,81$ м БС. Начало створа (видимо, левобережье) не снято до незатопляемых отметок, а его конец до нужных отметок пронивелирован. Затапливаемая часть участка по данному створу для первого периода имеет ширину 6060 м, для второго

– 4370 м. Разница более 1,5 км (точнее 1690 м), то есть уменьшение ширины полосы затопления почти на 30 %.

Итак, 1,5 км – это только часть уменьшения ширины затопления во второй период. Если бы морфоствор был доснят до незатопляемых отметок по обоим берегам, разница была бы еще большей. Но, с другой стороны, здесь рассмотрен участок с наибольшим разливом реки, так что выше по течению можно ожидать меньшего эффекта от создания Ириклинского гидроузла.

Очень многое зависит от морфологии поймы. По описанию Института «Энергия» участка морфоствора в 9,4 км ниже г. Уральск (ВЛ 500 кВт Уральск-Карачаганак) ширина разлива р. Жайык здесь 3,5...10 км. По снятому морфоствору ширина разлива при $H_{1\%}$ составляет здесь примерно 4,1 км, причем, различия для двух расчетных периодов – всего десятки метров. Однако, за пределами рассчитанных границ разлива реки – снова низкие отметки; таким образом, здесь, очевидно, тоже будет затопление, так что установление характеристик общего разлива реки по этим данным невозможно.

Заметим, что по данным Института «Энергия» (линия электропередачи 110 кВт Гурьев – Кульсары, 1981 г.) в 1,9 км выше моста железной дороги Атырау – Астрахань при уровне воды обеспеченностью 2 % ширина разлива реки 10,56 км, однако, пронивелированный морфоствор такого расстояния не «пробивает».

Таким образом, даже изыскательские материалы солидных проектных организаций не позволяют относительно точно определить ширину возможного раз в 50...100 лет разлива реки Жайык, а тем более зафиксировать изменение этой характеристики в связи с вводом в строй крупных водохранилищ. Очевидно, только космо- или аэрофотосъемка реки может позволить дать такую оценку, да и то лишь в том случае, если она будет проведена на пике половодья редкой повторяемости.

Выводы:

1. Создание Ириклинского водохранилища значительно изменило режим максимальных уровней и расходов воды в нижнем течении р. Жайык, снизив угрозу затопления территорий.

2. Максимальные расходы воды при этом снизились в 1,5...2 раза, а стандарт их отклонения – в 2,5...4 раза.

3. На бесприточном нижнем участке реки выдающиеся максимальные расходы воды могут снижаться в несколько раз, причем после создания водохранилища эта трансформация заметно увеличилась.

4. Расчетные максимальные уровни воды повторяемостью раз в 100 лет снизились в разных створах в зависимости от морфологии долины реки на 0,5...3 м; только на устьевом участке, где велико влияние фонового уровня моря, заметного изменения $H_{1\%}$ не отмечается.

5. Частота затопления поймы после создания водохранилища в некоторых створах снизилась в 5...7 раз.

6. Район характеризуется многокилометровыми разливами реки Жайык при выдающихся половодьях. Но относительно точно охарактеризовать этот разлив, а тем более его изменение после создания Ириклинского водохранилища можно сделать лишь на основе съемок летательных аппаратов, произведенных на пике выдающегося по высоте половодья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р.И. Использование усеченных кривых распределения для расчета максимальных уровней воды в реках // Вестник КазНУ, сер. геогр., 1999, № 8-9. – С. 109-111.
2. Гальперин Р.И. Нюансы статистической интерпретации гидрометеорологических рядов // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы, 2001. – С. 103-105.
3. Гальперин Р.И. Половодья и паводки / Республика Казахстан, Т. 3. – Алматы: 2006. – С. 275-287.
4. Гальперин Р.И., Авезова А., Колча Т.В. К оценке экстремальных характеристик водного режима рек // Материалы Международной научно-практической конференции «География: Наука и образование». – Алматы: КазНУ, 2008. – С. 229-233.
5. Гальперин Р.И., Белгожаева А.А., Колча Т.В. К вопросу о расчётах максимальных расходов воды зарегулированных рек (на примере рек Урал и Тобол // Вестник КазНУ, сер. геогр., 2006, № 2 (23). – С. 77-83.
6. Гальперин Р.И., Достай Ж.Д. Вопросы совершенствования методов гидрологических расчётов и прогнозов для управления водными ресурсами // Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика. – Алматы: Институт географии АО ЦНЗМОРК, 2008 г. С. 214-224.
7. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 184 с.

8. Пальгов Н.Н. Реки Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1959. – 98 с.
9. Плеханов П.А. Закономерности чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Казахстане // Гидрометеорология и экология, 2004, № 3. – С. 120-133.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – Т.12, Вып. 2. – 512 с.
11. Современные изменения природной среды, Т.1. – М.: Научный мир, 2006. – 696 с.
12. Фролов А.В. и др. Опасные гидрологические явления: методы анализа и прогнозирования, смягчение негативных последствий // Всероссийский гидрологический съезд. Тезисы докладов. Пленарное заседание. – Спб.: Гидрометеоздат, 2004. – С. 21-26.
13. Чибилев А.А. Река Урал. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 168 с.
14. Hoyt W.G., Langbein W.B. Floods. – Princeton, New Jersey: Princeton Univ. Press, 1955. – 469 p.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы

ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ (ОРАЛ): ҚАЗІРГІ КЕЗЕҢДІК ЖАҒДАЙҒА САЙ ТӨМЕНГІ АҒЫС БОЛІМІНДЕ СУ БАСУ

Геогр. ғылымд. докторы Р.И. Гальперин
Т.В. Колча
А. Авезова

Жайық өзеніндегі жоғарғы су буану кезеңінің анализі; максимальді су өтімі мен су денгейі, жайылманың су басуы. «Энергия» институтының суармалы архивтік мәліметтері бойынша әр түрлі мемлекеттердегі өзеннің жайылдының бағалылығы. Ириклинск су қоймасының жоғары су басу жер ешуіп және максимальді су өтімінің томенгі ағыс бойынша трансформациялық ағымын Жайық.