

### Гидрологический режим и затопление поймы низовой реки Шу

Бассейн р. Шу расположен на территории Киргизии и Казахстана, с юга огражден склонами Киргизского хребта, с севера – невысокими Шу-Илийскими горами. На западе Шуйская долина постепенно переходит в пустынные пространства Мойынкумов и Бетпак-Далы, с востока окружена отрогами хребта Терской-Алатау.

Река Шу образуется от слияния рек Кочкор и Джуанарык, берущих начало в высокогорном Тянь-Шане и питающихся водами тающих снежников и льдов. В начале Шу направляется к озеру Иссык-Куль, но в 8–10 км от него круто поворачивает на запад, а затем меняет западное направление на северное и входит в Боамское ущелье. По выходе из ущелья она протекает по Шуйской долине, здесь принимает ряд притоков, наиболее крупным из которых является р. Чонкемин.

На границе с Мойынкумами с Киргизского хребта в р. Шу впадает последний приток – р. Курагаты, которая доносит до р. Шу свои воды только в половодье. У села Фурмановка р. Шу поворачивает на северо-запад, резко замедляя течение. Ее русло разделяется здесь на несколько рукавов, которые в половодье образуют обширные Гуляевские (Фурмановские), Уланбельские и Камкалинские разливы.

Площадь бассейна р. Шу – 67 500 км<sup>2</sup> (включая бессточные участки в низовьях и прилегающие пустынные пространства). Площадь водосбора, замыкаемая створом близ совхоза им. Амангельды ниже впадения притока Курагаты, равна 38400 км<sup>2</sup>.

В настоящее время на Казахской части территории сток реки контролируется на 3 гидропостах: Благовещенское, клх. им. Чапаева (Ташуткуль), Уланбель (в протоках Большая Арна, Малая Арна). Гидропост свх. им. Амангельды был закрыт в 1993 году и перенесен на Фурмановский гидроузел, который был закрыт с июля 1998 года.

В многолетнем плане динамика годового стока за период наблюдений с 1941 по 2005 годы приведен в таблице 1.

Как видно из таблицы, по мере развития орошаемого земледелия в бассейне реки в створе с. Ташуткуль сток падает до минимального значения в период 1981–1990 годы, в последующие годы с

сокращением площадей орошения как в Казахстане, так и в Киргизии возрастает и в среднем за 5 лет превышает 3 км<sup>3</sup> в год.

Таблица 1 – Динамика стока воды в р. Шу

Гидропост	Средний годовой сток в км <sup>3</sup> за период:					
	1941-1960	1960-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2005
с. Ташуткуль	2,35	2,10	1,54	1,55	1,95	3,24
свх им Амангельды	2,15	2,00	1,40	1,06	1,57	2,98
с. Уланбель	1,10	1,03	0,51	0,41	0,76	2,26
водозабор на орошение до свх Чапаева	0,81	1,34	1,56	1,78	0,92	0,55

В период с 1991 по 2005 годы наблюдается нарастание стока по створу с. Ташуткуль в среднем с 1,95 км<sup>3</sup> в год до 3, 24 км<sup>3</sup> в год. Увеличение стока происходит и на нижних створах. что можно объяснить сокращением площадей орошения как на киргизской территории бассейна, так и на Казахской территории. Как будет видно из таблицы, суммарный объем стока на затопление поймы Фурмановской и Уланбельской дельт, включая потери на испарение, составляют на 1,06 км<sup>3</sup>.

Для восстановления стока по отдельным годам при отсутствии их в рядах наблюдений

были построены графики связи среднегодовых расходов между створами Ташуткуль – Благовещенское, объема стока между створом Уланбель – Ташуткуль были получены корреляционные зависимости (рисунок 1, 2)

Для гидропостов Ташуткуль – Благовещенское получена связь для среднегодовых расходов:

$$Q_T = 1,812 * Q_B + 1,076, R^2 = 0,84. \quad (1)$$

где  $Q_T$  – среднегодовой расход в створе с. Ташуткуль,  $Q_B$  – среднегодовой расход в створе с. Благовещенское.

Для гидропостов Уланбель – Ташуткуль получена связь с учетом добегающего стока от створа Ташуткуль до створа Уланбель в среднем 3 месяца

$$WY = 1,1 * WT + 1016, R^2 = 0,92. \quad (2)$$

где  $WY$  – среднегодовой сток в створе с. Уланбель,  $WT$  – годовой сток в створе с. Ташуткуль за X, XI, XII месяцы предшествующего года и I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX месяцы текущего года.

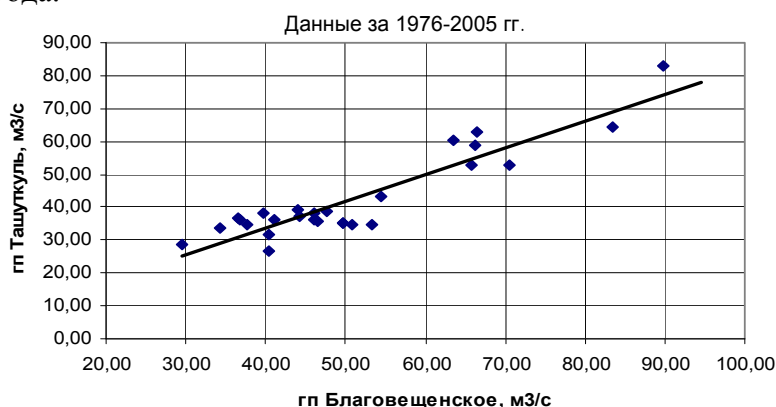


Рисунок 1 – Зависимость среднегодового расхода в створе Ташуткуль от среднегодового расхода в створе Благовещенское

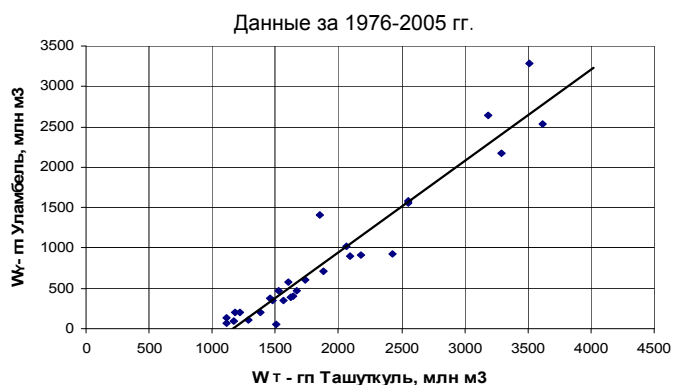


Рисунок 2 – Зависимость годового стока в створе с. Уланбель от годового стока за гидрологический год в створе свх. им.Амангельды

Особая динамика водного стока наблюдается в дельтовой области р. Шу, начинающейся ниже с. Фурмановка и протянувшейся с востока на запад на расстояние более 400 км в виде цепочки дельт.

В конце вегетационного периода (сентябрь – октябрь) сток в нижней части реки увеличивается благодаря прекращению забора воды в оросительные системы и притоку в реку возвратных вод с орошаемых массивов. Максимум расходов обычно наблюдается в ноябре, когда устанавливается ледостав. На огромной площади разливов образуется многослойный

лед, поэтому большая часть водного стока этого периода аккумулируется в Фурмановской дельте, а не поступает в нижние звенья цепи дельт [1].

В Уланбельскую дельту вода поступает в зимнее время (декабрь – февраль). Паводок начинается в марте – апреле, реже – в феврале. По подсчетам Э. А. Соколенко [2], в марте–апреле здесь проходит 63% годового стока. Река в этот период выходит из берегов и затопляет всю долину от Мойынкумов до Бетпак-Далы. В июле – ноябре сток практически отсутствует, русло реки превращается в цепочку разобщенных плесов.

В Камкалинской дельте сток реки фиксируется только с апреля по август.

Важнейшие изменения, имеющие большое народнохозяйственное значение, происходят непосредственно в дельтовой области реки. Обусловленное интенсивным водохозяйственным строительством в бассейне внутригодовое распределение речного стока, поступающего в дельтовую область, само по себе (даже без сокращения объема стока) очень затрудняет продвижение речной воды от разлива к разливу. С увеличением стока в зимний период вода в основном аккумулируется в виде льда на обширной территории Фурмановской дельты, и лишь незначительная ее часть поступает в нижележащие разливы. Аналогичная ситуация складывается и при поступлении остаточного стока в Уланбельскую дельту в зимний период. Ее дальнейшее продвижение вниз по цепи разливов резко замедляется. Например, при поступлении воды в Уланбель весной ее продвижение до с. Тасты (Камкалинская дельта) длилось лишь 42 сут (с 21 марта по 2 мая 1951 г.). Если же вода поступала в Уланбель зимой, то ее пробег до с. Тасты достигал, по данным Э. А. Соколенко (1971), 144...171 сутки.

Преимущественная аккумуляция зимнего речного стока в верхних звеньях цепи разливов (дельт) приводит к постепенному опустыниванию нижних частей дельтовой области, к деградации почвенного покрова, растительности, к обеднению животного мира.

В дельтовой области реки весь сток постепенно расходуется в основном на испарение и транспирацию влаголюбивой растительностью. По подсчетам Э. А. Соколенко [2], в Фурмановской дельте в среднем расходуется 850 млн. м<sup>3</sup> воды в год, на участке Казыкты – Уланбель – 300 млн., а суммарно от створа совхоза им. Амангельды до Уланбель – 1150 млн. м<sup>3</sup> в год.

По данным В.М. Стародубцева, за 20-летний период (1941–1960 гг.) эта величина оказалась несколько меньше – 1050 млн. м<sup>3</sup>/год. Весь остаток стока 1,03 км<sup>3</sup> в год расходуется в нижней части дельтовой области, распределяясь следующим образом: от ст. Уланбель до Джайляуколь – 560 млн. м<sup>3</sup>, от Джайляуколь до с. Тасты – 370 млн. м<sup>3</sup>, ниже с. Тасты – около 100 млн. м<sup>3</sup> в год (Почвы долины р. Шу, 1971).

Резко изменялся сток р. Шу в створе с. Миляфан. Первый этап уменьшения годовых объемов стока в связи с ирригационным строительством отмечался в 40-х годах. В 50-е годы он стабилизировался. Следующий этап уменьшения стока в связи с интенсификацией орошения приходился на 60-е годы. В 70-е годы сток из-за естественной маловодности периода еще более уменьшился и составлял лишь 40% стока 1941–1960 гг. В среднем и нижнем течении р. Шу благодаря интенсивному поступлению в реку возвратных вод с орошаемых массивов в 1961–1970 гг. годовой сток был немного ниже, чем за предыдущее 20-летие (89–94%). Более резкий спад (до 65–66%) произошел в 70-е годы в связи с сокращением притока из зоны формирования. При этом важно отметить, что аккумуляция воды в верхней части разливов дельтовой области на участке Амангельды – Уланбель за последнее десятилетие снизилась в среднем до 680 млн. м<sup>3</sup> в год (в естественных условиях она превышала 1 км<sup>3</sup>, резко изменив состояние ландшафтов и почвенно-мелиоративные условия дельты. Приток воды в нижележащие звенья цепи дельтовых разливов – (ниже с. Уланбель) в 1975 г. уменьшился до 0,24 км<sup>3</sup>, т. е. почти в 5 раз, а в 1976 г. сток воды здесь совершенно отсутствовал.

В результате руслового регулирования стока реки Гашуткульским водохранилищем заметно уменьшилось варьирование значений уровней, характеризующее квадратическим отклонением.

Процесс обсыхания, опустынивания и деградации уникальных гидроморфных ландшафтов дельтовой области р. Шу в 70-х и 80-х годах усилился вследствие сокращения объе-

ма воды, поступающей к вершине дельты (Фурмановский гидроузел). Оно вызвано совмещением естественного маловодья 70-х годов с интенсификацией хозяйственной деятельности в бассейне. В самые маловодные годы (1974–1977 гг.) приток в Фурмановскую дельту уменьшился до 50-60, в Уланбельскую – до 20-30%, а в Камкалинской дельте сток практически отсутствовал.

При расчете русловых водных балансов по низовьям реки Шу, прежде всего встает необходимость определения площади затопления поймы от уровня воды в контрольных створах. В связи с этим в течение 1971-1975 гг. Государственный гидрологический институт (ГГИ) провел комплексные исследования водного, теплового и солевого балансов в бассейнах рек Шу и Талас. Некоторые данные, частности и данные по наблюдениям за затоплением поймы низовой реки Шу были опубликованы в [3]. Детальное определение площадей затопления дельт поймы были выполнены экспедицией ГГИ на основе планометрирования аэрофотоснимков русла реки и поймы. Параллельно выполнялись гидрографические обследования, определялись чистые плесы, тростниковые и тугайные заросли. По наземным признакам устанавливались уровни высоких вод и их границы на аэрофотоснимках и маршрутных обследованиях. По этим данным были построены кривые зависимости затопляемых площадей от среднего уровня (расхода) воды. Нами для определения объемов наполнения от площади затопления дельт  $W = f(F)$  были использованы графические данные ГГИ, приведенные в [3].

В 1987...1993 годах, Жамбылским облводхозом (ОВХ) были проведены попуски их Ташуткульского водохранилища с фиксацией объемов стока по контрольным створам: Фурмановский гидроузел, Уланбель, Камкалы и Тасты с целью обеспечения подачи воды в Южно-Казахстанскую область. По ходу проведения попусков собирались сведения по хозяйствам в разрезе районов Мойынкумский, Сарысуский и Сузакский (ЮКО) по площадям затопления.

Ранее [4] были получены зависимости площади затопления от объема пуща в створе Фурмановского гидроузла.

Для затопления Фурмановской, Уланбельской и Камкалинской дельт, учитывая время добегания паводка от водохранилища до области конечного стока реки по очередного заполнения водой дельт и обеспечения стока воды с поймы не позднее 15...20 мая, попуски из водохранилища начинали сентябре месяце.

Используя данные ГГИ для определения объема наполнения поймы каждой дельты и кривые площадей затопления от объемов пуща, прошедших в контрольных гидрометрических постах построены графики  $F_{\text{зат}} = f(W_{\text{поймы}})$  по данным ГГИ и  $f(W_{\text{поймы}}) = f(W_{\text{пуща}})$  по данным ОВХ, которые приведены ниже на рисунках 3, 4, 5.

По данным графиков рисунка 3 можно определить площадь затопления по объему пуща и по объему воды оставшийся на пойме определить среднее глубины затопления по зависимости:

$$H_{\text{зат}} = 1000 * W_{\text{нап}} / F_{\text{зат}} - E_{\text{ис}} + O_{\text{ос}}, \quad (3)$$

где  $H_{\text{зат}}$  – средняя глубина затопления в мм, слой;  $W_{\text{нап}}$  – объем наполнения в млн м<sup>3</sup> при заданной площади затопления;  $F_{\text{зат}}$  – затопления в км<sup>2</sup>;  $E_{\text{ис}}$  – испарение за период пуща в мм,  $O_{\text{ос}}$  – осадки за период пуща в мм.

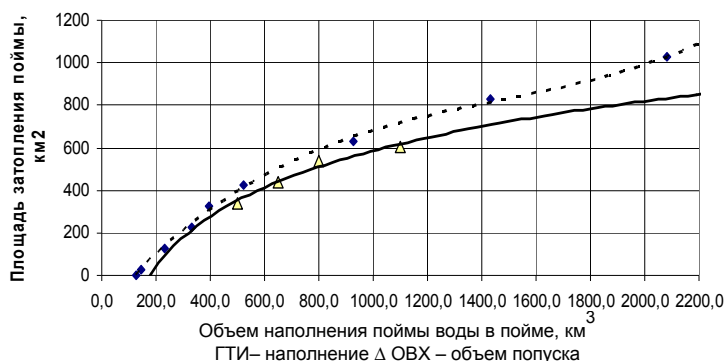


Рисунок 3 – Зависимость площади затопления от объема попуска и объема наполнения для Фурмановской+Уланбельской дельты

Ниже в таблице 2 приводятся расчетные значения средней глубины затопления поймы (Фурмановская +Уланбельская дельта) при среднемноголетних значениях сумм осадков и испарения за зимнее-весенний период (X-V): 126 мм и осадках 79 мм.

Таблица 2 – Расчет среднего слоя затопления поймы в мм в конце мая месяца

$W_{\text{попуск}}$ млн м <sup>3</sup>	$W_{\text{напол}}$ млн м <sup>3</sup>	$F_{\text{затоп}}$ , км <sup>2</sup>	$E_{\text{исп}}$ , мм	$E_{\text{ос}}$ , мм	$H_{\text{зат}}$ , мм
320	300	200	126	79	1453
420	400	300	126	79	1286
590	520	400	126	79	1253
1200	800	600	126	79	1286
1900	1400	800	126	79	1703

Аналогичные кривые были получены для Камкалинской дельты и поймы ниже створа «Тасты».

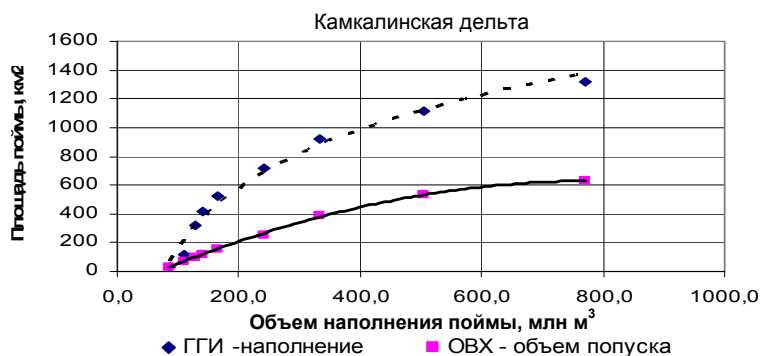


Рисунок 4 – Зависимость площади затопления поймы от объема попуска и объема наполнения для Камкалинской дельты

По Камкалинской дельте при объемах попуска 200...600 млн м<sup>3</sup>, площадь затопления составляет 200...600 км<sup>2</sup> (20...60 тыс га), а слой затопления 500...280 мм.

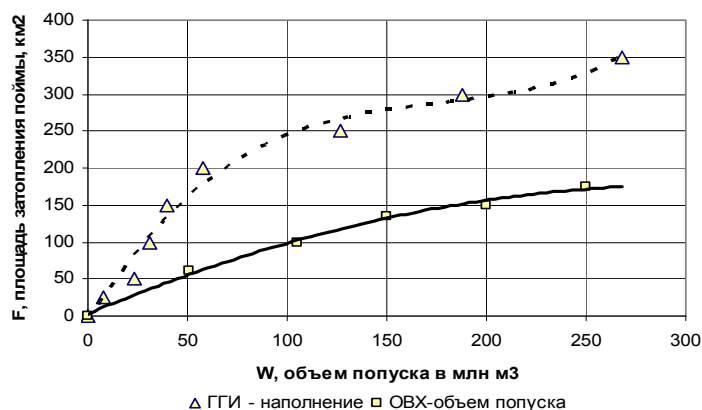


Рисунок 5 – Затопление поймы на участке ниже створа «Тасты»

На этом участке при объемах прошедшего попуска 100...250 млн м<sup>3</sup>, затапливается 100...210 км<sup>2</sup> слой затопления составляет 240...350 мм.

Полученные графические данные и зависимости позволяют прогнозировать объемы, площади и средние глубины затопления отдельных дельтовых участков поймы низовий Шу, а в последующем прогнозировать их биологическую и хозяйственную продуктивность.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Стародубцев В.М. Влияние орошения на мелиоративные качества речного стока. – Алма-Ата, «Наука», 1985. – 168 с.
- 2 Соколенко Э.А. Гидрология. В кн. Почвы долины Чу. – Алма-Ата, 1971. – С. 66-86.
- 3 Гидрологические основы оросительных мелиораций в бассейнах рек Чу и Талас. – Л., Гидрометеиздат, 1990. – 334 с.
- 4 Вагапов Р.И., Вагапова А.Р. Водный баланс попусков – основа экологического равновесия бассейна реки Шу. – Новости науки Казахстана. – Алматы. – Выпуск 1 (84), 2005.- С. 121-126.

УДК 551.48.482.1:556.11

#### РЕФЕРАТ

#### ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И ЗАТОПЛЕНИЕ ПОЙМЫ НИЗОВИЙ РЕКИ ШУ

Проведен анализ гидрологического режима реки Шу в нижнем течении за период 1976-2005 годы. Установлены корреляционные связи годового стока между створами гидропоста с. Ташуткуль – гидропоста с. Благовещенское, гидропоста п. Уланбель – гидропоста с. Ташуткуль. Получены зависимости площадей затопления дельт Фурмановская, Уланбельская, Камкалинская и ниже п. Тасты от объема стока в створе Фурмановского гидроузла, по площади затопления, установлены объемы наполнения дельт. Полученные характеристики затопления дельт позволяют установить средний по площади слой затопления каждой дельты.

## ТҰЖЫРЫМ

1976-2005 жылдар аралығында Шу өзенінің төменгі ағысының гидрологиялық режиміне талдау жүргізілді. Тасөткел – Благовещенское, Ұланбел – Тасөткел гидростарының жарма аралығындағы бір жылдық ағыстың корреляциялық байланысы анықталды. Фурмановка гидрожүйесіндегі жармадағы ағыс көлемінен Фурмановская, Ұланбел, Қамқалы және Тасты атырауларын су басу ауданының тәуелділігі алынды, су басу ауданы бойынша атыраулардың суға толу көлемі анықталды. Атырауларды су басу мінездемесін алу, әр атырау бойынша ауданы жағынан орташа су басу деңгейін анықтауға мүмкіндік береді.

## THE ABSTRACT

### HYDROLOGICAL MODE AND FLOODING OF THE LOWER REACHES FLOOD-LANDS OF THE RIVER SHU

The analysis of a hydrological mode of the river Shu in the bottom current for the period 1976-2005 is carried out. Correlation communications(connections) of an annual drain between controls of the temporary gauges are established with. Tashutcul, Blagoveshchensk and Ulanbel, Tashutcul. Dependences of the areas of flooding of deltas Furmanovka, Ulanbel are received, Kammkaly and the item is lower Tasty from volume of a drain in the control of the Furmanovka hydrounit, on the area of flooding volumes of filling of deltas are established. Half-scientists of characteristics of flooding of deltas allow to establish average on the area a layer of flooding of each delta.