

**ГЕОЛОГИЯ ИЛИМДЕРИ**  
**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**GEOLOGICAL SCIENCE**

*Комилов О.К., Абдуллоев Дж.Д.*

**ДАРЯЛАРДЫН ТОО ЭТЕГИНДЕГИ – ӨРӨӨНДӨРДӨ  
ЖАЙГАШКАН ДАРЫЯ ПРОЦЕССИТЕРИ ЖАНА АЛАРДЫ ЖӨНГӨ  
САЛУУ ЫКМАСЫ (Тажикистан Республикасынын Кызылсуу  
жана Яхсу дарыяларынын мисалында)**

*Комилов О.К., Абдуллоев Дж.Д.*

**РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРЕДГОРНО-РАВНИННЫХ  
УЧАСТКАХ РЕК И МЕТОДЫ ИХ РЕГУЛИРОВАНИЯ (на примере рек  
Кызылсу и Яхсу Республики Таджикистан)**

*O.K. Komilov, Dj.D. Abdulloev*

**LINGEROUS PROCESSES IN THE PRE-MOUNTAIN-FLAT  
PLOTS OF RIVERS AND METHODS OF THEIR REGULATION (on the example  
of rives of Kyzylsu and Yakhsu of the Republic of Tajikistan)**

УДК: 551.312.21

Макалада Кызылсуу жана Яхсу дарыялардын мисалында, агым жана топурактын өз ара келип чыккан комплекстик окуялары белгиленген, дарыялардын суу түбү төшөгүн түзүү ар кандай суу астындагы рельеф түрлөрүн жуууну боюнча төмөнкү суу астындагы жана дарыялардын жээктериндеги наносторды транспорттук жана чөкмөлөрдүн топтолушу менен өнүгүшүн аныктайт. Канал-түзөтүүчү чараларды жүзөгө ашырууга багыт өзгөрткөн окуялар туурасынан кеткен профилге өзгөчө сунуш кылынат. Туруктуулукту дарыя агымы туурасынан кеткен профилде, канааттандырылгыч белгилүү орточо ылдамдык менен, орточо канчалык ортосунда агымы жок болгон учурда бул көрсөткүч - дарыя түбүнүн жана анын кыртыштар эрозиясын дарыянын төмөнкү ылай чөкмөлөрүндө жокко айлантат. Альтернативдүү вариант катары, же болбосо жээги тууралоо боюнча төмөндөгү жумуштар сунушталат, жасалма жол менен туруктуу дарыя агымынын түбүндө саз суу белгилеринен өзгөртүү ишин горизонттон төмөнкү белгилер менен туруктуу жасалма агымы жана суу түбү төшөктөрүн түзүүгө багытталган.

**Негизги сөздөр:** дарыя, Кызылсуу, Яхсу, суу жээгиндеги тууралоо, суу, бассейн, агуу, эңкейиш, ылдамдык, жерлер, негизги.

В статье, на примере рек Кызылсу и Яхсу, отмечается комплекс явлений возникающих при взаимодействии потока и грунтов, слагающих ложе реки, определяющих развитие различных форм рельефа русла при размыве дна и берегов рек, транспортировке и аккумуляции наносов. Предлагается, при проведении русло-регулирующих мероприятий особое внимание уделить обеспечению устойчивости

русла в поперечном профиле, удовлетворяющий определенные соотношения между средними скоростями и средними глубинами потока при которых исключался бы размыв грунтов ложе реки и заиление её наносами. Как альтернативный вариант руслорегулирования предлагается дноуглубительные и русло-выпрямительные работы, направленные на создание искусственного устойчивого русла с отметками горизонта воды ниже отметок пойменных земель.

**Ключевые слова:** река, берег, русло, Кызылсу, Яхсу, руслорегулирование, вода, бассейн, сток, уклон, скорость, рельеф, крепление.

The article, on the example of the Kyzylsu and Yakhsu rivers, notes a complex of phenomena arising from the interaction of the flow and soils that form the bed of the river, determining the development of various river bed topography during erosion of the bottom and river banks, transportation and accumulation of sediment. In the article, using the example of the Kyzylsu and Yakhsu rivers, a complex of phenomena arising from the interaction of the flow of water in the river bed and the bottom and lower terraces of the river grounds is considered. The flow of water leads to the erosion of the bottom and the banks of the rivers to the development of various forms of river bedding, transportation and accumulation of sediment.

**Key words:** river, shore, riverbed, Kyzylsu, Yakhsu, riverbed regulation, water, pool, drain, slope, speed, relief, mount.

Под русловым процессом понимается совокупность независимых друг от друга элементов: это водоносность реки, атмосферные осадки, почвенные условия, осадки выпадающие в речном бассейне, сток реки и ее притоков; крутизна склонов водосборной

площади, рельеф местности; степень размываемости ложа реки, свойства прорезываемых рекой и ее течением слоев Земли. Именно вышеприведенные 3 основных элемента определяют особенность реки и ее отличие от других рек [1].

Поэтому, русловые процессы есть совокупность явлений, слагающих ложе реки и возникающих при взаимодействии потока и грунтов развитие различных форм рельефа русел влияющих на сезонные, многолетние и вековые изменения размыва дна и берегов рек и аккумуляции наносов.

Для относительно прямолинейных, неразветвленных русел отличительными особенностями являются наличие односторонней поймы и коренного ведущего берега. Во время прохождения максимальных паводковых потоков на затопляемой пойме устанавливается поперечный уклон водной поверхности. При этом русло реки возле коренного берега размывается, а вдоль поймы происходит отложения наносов, усиливающаяся за счет уменьшения скоростей в зоне взаимодействия руслового и пойменного потоков. В результате чего, возле коренного берега в рельефе русла прослеживаются наибольшие глубины, тогда как отмели располагаются вдоль противоположного пойменного.

Извилистость характерна для предгорных и равнинных рек с развитыми аллювиальными формами отложений. Широкопойменные реки характеризуются развитием свободных излучин, формирующихся в берегах, затопляемых во время прохождения высоких вод. При свободном меандрировании образуется структура потока активно воздействующая на русло, которая приводит к постоянным ее переформированиям. В настоящее время способам и технике укрепления берегов рек посвящено много работ. Однако большинство работ посвящены укреплению берегов равнинных рек со спокойным режимом течения. Горные и предгорные части рек изучены недостаточно. Именно поэтому применение многих систем и конструкции

регулирования на горной и предгорной частях рек не давали ожидаемых результатов. Так обстояло дело и с укреплением берегов рек Кызылсу и Яхсу. Из-за недостаточного научного обоснования этих рек: бурного режима течения, значительных уклонов, шероховатости дна, больших скоростей течения, высокой насыщенности потока взвешенными наносами, перемещаемого по дну крупного песка, гальки и булыжника, надежность проводимых берегоукрепительных работ невысока [4].

Русло этих рек разделяются на горные, предгорные и равнинные участки. При подходе к г. Куляб из-за уменьшения уклона реки Яхсу резко уменьшается ее транспортирующая способность, что приводит к отложению огромного количества влекомых наносов. В результате этого происходит наращивание отметок дна реки. На этом участке река переносит наносы в количестве значительно превышающем ее транспортирующей способности, что способствует разветвлению ее на рукава и отмели, искривлению динамической оси потока, которое неблагоприятно влияет на берега, вызывая их деформацию.

Убытки, понесенные от прохождения максимальных и паводковых потоков по рекам Кызылсу и Яхсу в Кулябской зоне Хатлонской области Таджикистана, оцениваются десятками миллионов долларов США, в том числе человеческими жертвами.

Основными притоками реки Кызылсу является Шуробдарья, Обимазор, Тира, Куруксай, Талхак и Таирсу. Длина реки Кызылсу 230 км, площадь водосбора 8630 км<sup>2</sup>. Она пересекает центральную часть территории с северо – востока на юго – запад.

Бассейн реки Кызылсу делится на две части (рис. 1.):

- верхняя, относящаяся к Дарвазскому высокогорью;
- нижняя, охватывающая часть южно-Таджикской депрессии.



Рис. 1. Бассейн реки Кызылсу.

Для верхней части бассейна характерен глубоко-расчлененный рельеф и богатая древесно-кустарниковая растительность. Грунты склонов большей частью скальные и конгломератные, в наиболее пологих участках суглинистые. Верхней части бассейна принадлежит основная роль в формировании стока.

Нижняя часть бассейна представляет собой область, пересеченную невысокими хребтами и грядами юго – западного простирания. Это область безводного и знойного южно-таджикского низкогорья, характеризующаяся небольшим количеством осадков и слабо развитой гидрографической сетью. Склоны гор в этой области крутые и обрывистые, сложены лессовидными суглинками и гипсами.

Долина реки на большей части узкая, шириной до 1 км, расширение происходит при слиянии с основным притоком и достигает 10-12 км.

По характеру стока река Кызылсу относится к рекам с очень высокой волной весеннего половодья и низким стокам в остальную часть года.

Река Яхсу является наиболее крупным левым притоком р. Кызылсу и впадает в нее на 81 км от устья. Длина реки 160 км, площадь водосбора 2710 км<sup>2</sup>. Долина реки Яхсу в верхней части имеет ширину до 1 км, а в нижней части до 15 км.

Обследования бассейнов рек Кызылсу и Яхсу показали, что в руслоформирующем процессе этих рек огромную роль играют селевые и оползневые явления. Так, только по бассейну реки Яхсу на территории относящейся к Кулябскому району, обнаружено около 100 селевых русел, в том числе около 40 селевых русел обнаружено а бассейна рек Кызылсу на территории Восейского района. Расчетные расходы селевых русел колеблются от  $2,7 \div 14 \text{ м}^3/\text{с}$  при 5% расчетной обеспеченности до  $5 \div 131 \text{ м}^3/\text{с}$  при 3%.

Общее количество оползней по бассейну реки Яхсу составляет 157 штук, 72 из которых считаются действующими. По бассейну реки Кызылсу из 77 оползней, действующими являются 28.

Задачи по проведению русло-регулирующих работ возникают на реках, протекающих в размываемых грунтах, подверженных деформациям, в результате, которых происходит размывы берегов, образования мелей, блуждание русел, затопление населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных комплексов.

Ежегодно большую угрозу представляют такие стихийные явления, как прохождение паводков и возникновение катастрофических наводнений.

Значительные ущербы, вызываемые наводнениями, а также необходимость вовлечения в активное хозяйственное использование пойменных террито-

рий, требуют проведения ряда инженерных мероприятий по защите от наводнений, что связано с большими затратами средств на строительство систем противопаводковой защиты и их эксплуатацию. На современном этапе в общей системе организационно-технических мер по борьбе с наводнениями как в нашей стране, так и за рубежом, ведущее место принадлежит развитию инженерных способов защиты от наводнений, которые могут осуществляться тремя принципиально различными методами:

- 1) обвалованием рек – ограждением территории дамбами;
- 2) увеличением пропускной способности русел рек путем расчистки и спрямления русел;
- 3) регулированием стока в противопаводковых водохранилищах и путем устройства специальных сбросных русел.

Указанные методы инженерной защиты и их сочетание в настоящее время широко используется в системах противопаводковой защиты на различных водотоках.

Анализ литературных источников, сложившийся опыт проведения инженерно-технических мероприятий по борьбе с наводнениями в различных странах позволяет утверждать, что каждый из существующих инженерных способов защиты в целом не лишён своих недостатков.

Например, противопаводковые водохранилища, являясь довольно эффективным средством защиты от паводков, имеют существенные недостатки, они оказывают серьезное воздействие на окружающую среду, вызывают подтопление и заболачивание прилегающей территории, исключают из пользования значительные площади земель, иногда ведут к усилению эрозии, подвержены заилению.

В ряде случаев действенной мерой противопаводковой защиты может оказаться регулирование русел рек. Однако при увеличении расходов или скоростей течения может усилиться влияние паводковой волны на расположенные ниже по течению районы, возникает необходимость крепление русла и берегов водотока, что повышает стоимость и не всегда приемлемо с эстетической точки зрения.

Известно, что в общей системе мер по борьбе с наводнениями обвалование рек, как наиболее распространенному способу защиты различных объектов от затоплений паводковыми водами путем строительства вдоль русла с одной или обеих сторон дамб, отводится одно из наиболее важных мест. Обвалование наряду с защитой земель обеспечивает также регулирование и управление водными потоками на поймах.

В связи с регулированием стока расчет русел рек требует обеспечения устойчивости русла в поперечном профиле с учетом требований.

Соотношений определенных между средними глубинами в реке и скоростями течения потока, когда нет размыва, а также занесения русла донными наносами;

При этом, ширина реки по урезу воды требует, чтобы в русле не образовались мели и острова и исключалась возможность деления потока на рукава и притоки:

1. Связь глубины потока и средних скоростей течения можно установить зависимостью [4].

$$V = a \cdot V\varphi \cdot H^{\alpha}, \quad (1)$$

где  $V$  – средняя скорость течения потока;

$H$  – средняя глубина потока;

$a$  – коэффициент, учитывающий влияние наносов: для горных и предгорных рек  $a = 1,03$  для равнинных  $a = 1,1 \div 1,15$ ;

$\alpha$  – показатель степени, зависящий от глубины и состава грунтов: для руслоформирующего расхода  $\alpha = \frac{1}{5}$  при  $H=3$  м; для среднего расхода за период интенсивного движения донных наносов  $\alpha = \frac{1}{4}$  при  $H=2$  м; для среднегодового расхода в средний по водности год  $\alpha = \frac{1}{3}$  при  $H=1$  м;

$V\varphi$  – приведенная к единице глубины потока предельная скорость, при которой русло не размывается.

Величина  $V\varphi$ , чтобы исключался размыв грунтов ложи русла и одновременно обеспечивался полный транзит, должна сочетаться с поступающими с вышележащих участков всеми донными наносами.

Величина  $V\varphi$  не может определиться только характером строения и фракционным составом грунтов рассматриваемого участка русла, а зависит от характера и состава донных наносов, приносимых рекой с вышележащих участков, то есть условий формирования русла.

Речные русла формируются при различных расходах воды, что должно учитываться в расчетах: например, основное русло формируется в паводок при больших скоростях течения за счет более крупных частиц (величина скорости формирования  $V\varphi$  для паводка приближается к значениям скоростей трогания частиц наибольшего диаметра). При меженных расходах, наоборот, скорость формирования  $V\varphi$  ближе к

скорости трогания наиболее мелких частиц донных наносов.

2. Устойчивость русла по ширине выражается формулой [8]:

$$B = A \frac{Q^{0,5}}{J^{0,2}}, \quad (2)$$

где  $B$  – ширина устойчивого в плане участка реки по урезу воды, м;

$Q$  – руслоформирующий расход, м<sup>3</sup>/с;

$J$  – продольный уклон водной поверхности реки;

$A$  – параметр, характеризующий поперечный профиль русла.

Величина параметра  $A$  может быть принята обратно пропорционально квадратному корню из значения  $V\varphi$ , а именно:

$$A = \frac{K_A}{\sqrt{V\varphi}}, \quad (3)$$

где  $K_A$  – некоторый коэффициент, близкий к 1.

Между шириной реки по горизонту воды и средней глубиной  $H$  при руслоформирующем расходе существует связь следующего вида [2].

$$\frac{B^m}{H} = K, \quad (4)$$

где  $K$  – переменная величина: для аллювиальных устойчивых русел  $K$  изменяется от 8 до 12; для участков с неразмываемыми и трудноразмываемыми берегами  $K=3 \div 4$ ; для рек с легкоразмываемыми берегами  $K=16 \div 20$ ;

$m$  – переменный показатель степени, для руслоформирующего расхода изменяется от 1,0 до 0,5.

В настоящее время, Таджикистан не располагает финансированием для активной борьбы с наводнениями. В сложившейся ситуации решающим фактором может послужить использования дополнительных мероприятий противостоянию наводнений, так называемых альтернативных.

Русло-выпрямительные и дноуглубительные работы, необходимы для создания искусственного устойчивого русла с отметками горизонта воды ниже отметок пойменных земель. Получение наибольшего эффекта от дноуглубительных работ, требует максимальное использование руслоформирующей деятельности речного потока, что достижимо при правильном подборе трассы фарватера, установлении сроков проведения работ и соответствия методики дноуглубления русловому режиму реки (рис. 2) [6].

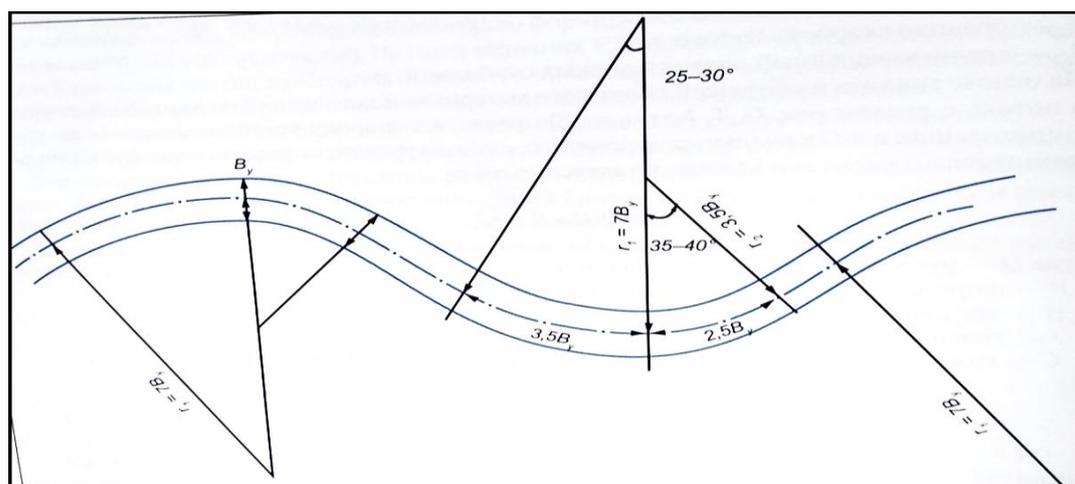


Рис. 2. Схема и ориентировочные размеры элементов (эталонного) русла.

#### Литература:

1. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. - М.: Изд. МГУ, 1986. - 264 с.
2. Рустамов А.Н., Кошель И.А. Руслоформирующие и берегозащитные сооружения на водотоках. - Баку, 1991.
3. Беркович К.М., Чалов Р.С. Экологическое русловедение. Объект и предмет исследований. Журнал «Гидротехническое строительство», 1992. - С. 4-7.
4. Научно-технический отчет по теме «Региональная схема реконструкции системы защиты пойменных земель рек Яхсу и Кызылсу в Кулябском и Восейском районах Республики Таджикистан (программа научно-исследовательских работ)». - Душанбе; 1993. - 73 с.
5. Комилов О.К. Управление твердым стоком в пределах речных бассейнов. «Уменьшение рисков стихийных бедствий и управление этими рисками». Сборник научных статей и докладов научной конференции. - Душанбе: Агентство «Толиккоинот», 2006. - С. 118-129.
6. Саидов М.С., Пильчуй Ю.Н., Комилов О.К. и др. Наводнения в Хамадони: Причины, последствия и прогноз. - Душанбе: Агентство «Толиккоинот», 2006. - 38 с.
7. Комилов О.К. Современное состояние берегоукрепительных работ и сельскохозяйственное использование пойменных земель бассейна реки Сурхоб. Вестник «Таджикистан и современный мир». - Душанбе, №3 (7), 2005. - С. 142.
8. Алтунин С.Т. Регулирование русел. - М.: Сельхозгиз, 1962. - 350 с.

Рецензент: д.геол.-мин.н., профессор Усупаев Ш.Э.