

УДК 627.42

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА УЧАСТКАХ РЕК

*Г.И. Логинов, В.В. Матвиец, Мейман уулу Бектур*

Приводятся характеристики русловых процессов на различных участках рек. Определены основные условия размещения регуляционных сооружений в различных створах рек. Обосновано использование характеристик относительно устойчивого русла при определении параметров регуляционных сооружений.

*Ключевые слова:* русловые процессы; реки; регуляционные сооружения; устойчивые русла.

---

## USE OF REGULATORY FACILITIES IN RIVER SITES

*G.I. Loginov, V.V. Matviets, Meiman uulu Bektur*

The characteristics of channel processes at various sections of rivers are given. The main conditions for the location of regulatory structures in various river beds have been determined. The use of characteristics with respect to a stable channel in determining the parameters of regulatory structures is justified.

*Keywords:* channel processes, rivers, regulatory structures; sustainable channels.

Регуляционные сооружения, устраиваемые на горно-предгорных участках рек Кыргызстана, служат для рационального регулирования русловых процессов с целью эффективного использования водных ресурсов и ликвидации вредных воздействий движущихся объемов воды. Зачастую русла рек (Карадарья, Чу, Сох, Аспара и др.) являются границами с соседними республиками, областями и районами страны или айылными округами.

Проведение регуляционных работ и строительство регуляционных сооружений на реках очень часто проводится без обоюдного согласования и необходимой увязки в общей схеме мероприятий. При этом не учитываются вредные последствия от сооружений, строящихся со стороны одного берега, на земли и сооружения аналогичного назначения, выстроенные на противоположном берегу. Подобное наблюдается на участках рек, где работы проводятся различными ведомствами или по линии организаций водного хозяйства. Как правило, эти мероприятия носят эпизодический характер по защите размываемых локальных участков земельных угодий или объектов гражданского строительства и др.

Анализ состояния существующих регуляционных сооружений показал, что часть исторически сложившихся защитно-регулирующих сооружений Кыргызстана пришла в негодность, другие в результате русловых деформаций, плановых

или высотных переформирований отстраняются от речных потоков, а некоторые – исправны и надежно выполняет свое назначение.

Поэтому проведение регулирования русловых процессов необходимо проводить с учетом кадастровых материалов, а также существующих регламентирующих и нормативных межгосударственных и внутригосударственных актов. Но это требует совершенствования методологической расчетной базы для определения параметров регуляционных сооружений с проведением дополнительных исследований их влияния на морфометрические характеристики в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Реки являются продуктом климата, а также комплекса физико-географических условий земной поверхности района, где размещен водосборный бассейн [1]. В Кыргызстане насчитывается около 3000 естественных водотоков, относящихся к четырем основным водным бассейнам. Это бассейны рек Чу, Талас, Кара-Дарья и оз. Иссык-Куль. Большинство рек относится к бассейну р. Сыр-Дарья, одним из притоков которой является р. Нарын – крупнейшая река республики с водосборной площадью 53 тыс. км<sup>2</sup> (рисунок 1) [2].

Ранее участки рек Кыргызстана от истоков до устья были разделены шесть участков [2] – высокогорный (участок истока), горный (верхний, средней, нижний), горно-предгорный, предгорно-

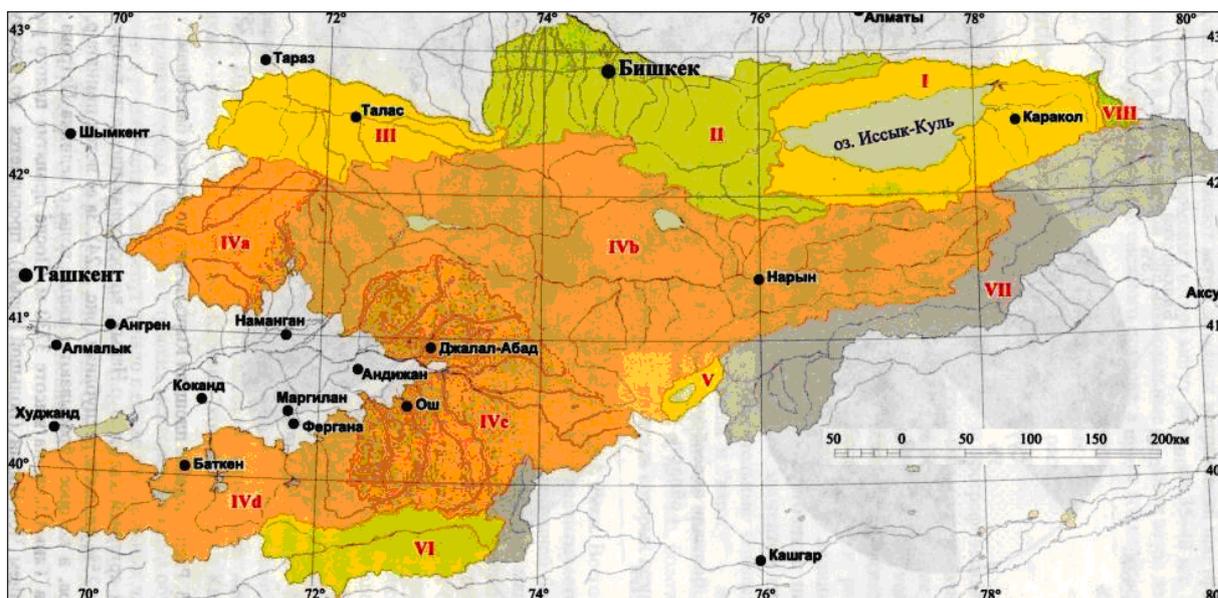


Рисунок 1 – Основные гидрологические бассейны Кыргызской Республики:  
 I – оз. Иссык-Куль; II – р. Чу; III – р. Талас; IV – р. Нарын; V – оз. Чатыркуль; VI – р. Амударья;  
 VII – р. Тарим; VIII – оз. Балхаш; IVa – северное обрамление Ферганской долины; IVb – р. Нарын;  
 IVc – р. Карадарья; IVd – южное обрамление Ферганской долины

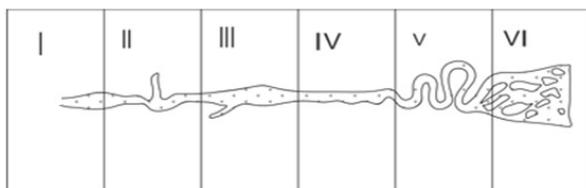


Рисунок 2 – Схема плановых русловых форм:  
 I – высокогорный участок; II – горный участок;  
 III – горно-предгорный участок; IV – предгорно-равнинный участок; V – участок среднего течения;  
 VI – нижнего течения

равнинный, среднее и нижнее течение (рисунок 2). Каждый из участков содержит устойчивые и неустойчивые отрезки русел и характеризуется преобладающими типами руслового процесса и видами общей деформации русел, геоморфологическими и морфометрическими элементами потока. При этом на каждом участке, как показывают результаты поисковых исследований [1, 2], используются специфические конструкции регуляционных сооружений. Рассмотрим определенную закономерность морфометрических характеристик участков рек и используемых на них сооружений.

Из-за изменений уклонов дна эти участки водотоков разделяют в энергетическом отношении и по размещению потребителей водных ресурсов.

Эти признаки меняются по длине реки в зависимости от высоты над уровнем моря (рисунок 3).

На высокогорном участке преобладают ледниковые и пролювиальные отложения; основной тип руслового процесса – безрядовый; уклоны превышают устойчивые; средневзвешенные диаметры русловых отложений с размерами меньше размеров камня русловой отмостки (за исключением крупных обломков скальных пород, валунов моренного происхождения и др.). Ширина дна долины реки изменяется в пределах  $(1-5)B$  ( $B$  – расчетная ширина устойчивого русла). Здесь наблюдается общий размыв склонов и дна долины, режим потока на устойчивых сжатых участках – бурный, уклоны дна значительные –  $i \geq 0,10$ . В этих условиях преобладает использование продольных сооружений – береговые укрепления, стенки и продольные дамбы, а также устройства, стабилизирующие дно и склоны долины (барражи, перепасы, быстротки, пороги, наброски, опояски, селедуки).

На горных участках преобладают пролювиальные и аллювиальные отложения, руслового процесс в основном безрядовый, уклоны дна изменяются от 0,1 до 0,02, режим потока на устойчивых участках при руслоформирующих расходах воды близок к бурному, наблюдаются размывы русла

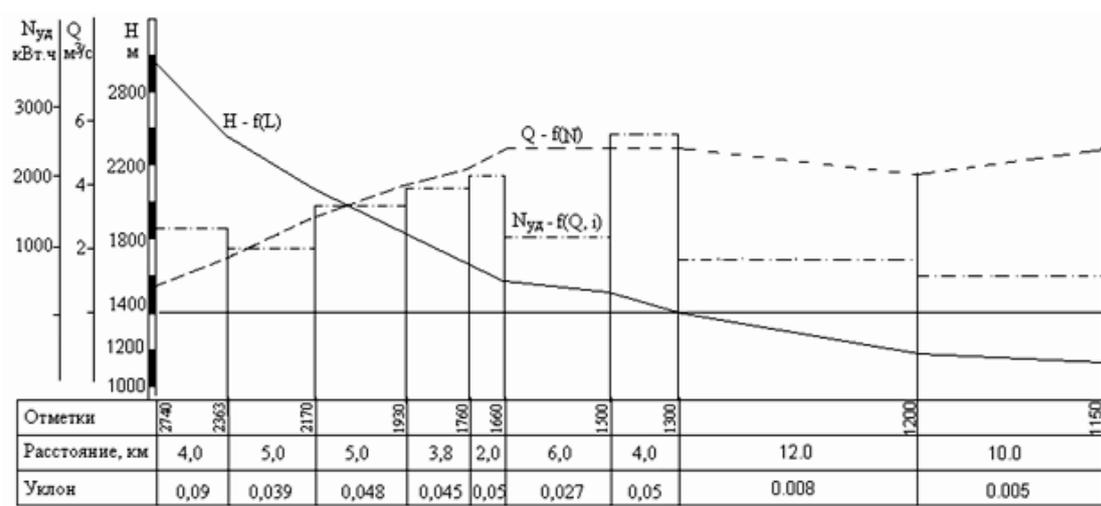


Рисунок 3 – Характерный продольный профиль горной реки Кыргызстана

с обрушением склонов долины. При расширении речных долин и образовании межгорных впадин с уменьшением степени бурности потока возможно применение наряду с продольными поперечными регуляционными сооружениями (шпоры), также русловых отстойников, селехранилищ.

На горно-предгорных участках преобладают аллювиальные отложения, русловой процесс – безрядовый, переходный, осередковый, наблюдается русловое блуждание и многорукавность, ограниченные меандрированием. На неустойчивых участках средний уклон дна может быть как больше устойчивого (транспорт наносов в условиях руслового блуждания, многорукавности и др.), так и меньше (на участках с изменением местных продольных уклонов, в зонах подпора). Ширина поймы возрастает, ее пределы ограничены склонами долины, уступами ранних террас, ранними устойчивыми береговыми валами и др. Здесь наблюдаются интенсивные отложения наносов и их переформирование с уменьшением размеров крупных фракций, преобладает спокойное состояние потока, уклоны дна повышенные от 0,02 до 0,002. Используемые регуляционные устройства представляют собой поперечные сооружения – шпоры, полузапруды, дамбы, используются также стабилизирующие устройства для сжатия потока в руслах, русловые отстойники, поэтапно возводимые участки закрепленных прорезей, которые возводятся на участках с интенсивным отложением наносов и др.

Предгорно-равнинный участок его также называют конусом выноса. На его протяжении наблюдаются аллювиальные отложения; русловые процессы побочные; развито пойменное блуж-

дание и многорукавность; наблюдается ограниченное, свободное и незавершенное меандрирование; уклоны чаще меньше устойчивых, ширина поймы (2–10)В, состояние потока – спокойное. Смещение побочной, меандр, пойменное блуждание вызывают периодические завалы, заиление, размыв берегов русла и поймы. Здесь преобладает использование поперечных сооружений в сочетании с продольными сооружениями (дамбы обвалования), применяются также прокопы, перемычки и береговые крепления.

На участке средних течений наблюдается дальнейшее увеличение ширины поймы, уменьшение числа Фруда до значений от 0,2 до 0,05, уклонов дна от 0,0005 до 0,00005. Русловые процессы характеризуются ограниченным, свободным и незавершенным меандрированием, выражены пойменная многорукавность и долинное блуждание потока. Применяются системы дамб обвалования в сочетании с поперечными сооружениями (траверсы, шпоры, полузапруды), а также прорези, прокопы, перемычки, запруды, специальные устройства.

Нижнее течение рек (дельта) характеризуется наибольшей шириной поймы, наименьшими уклонами, свободными русловыми процессами. Здесь наблюдается незавершенное меандрирование, пойменная многорукавность. Чаще всего используются продольные сооружения (дамбы, обвалования), а также траверсы, шпоры, перемычки, прорези, береговые крепления.

Регуляционные сооружения, используемые в Кыргызстане, классифицируют по ряду характерных признаков [2]:

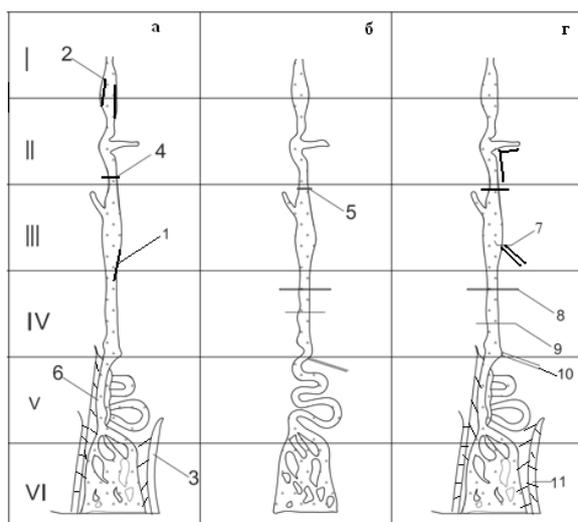


Рисунок 4 – Схемы преимущественного размещения основных конструктивных видов регуляционных сооружений на протяжении русел рек: 1 – береговые крепления; 2 – продольные стенки; 3 – дамбы и шпоры; 4 – перепад; 5 – плотины; 6 – прокопы; 7 – водозаборы; 8 – мосты; 9 – ЛЭП; 10 – каналы; 11 – системы дамб обвалования

- по назначению – выправительные, защитные, регулировочные;
- по сроку службы – постоянные и временные;
- по конструкциям – дамбы, шпоры, полузапруды, запруды, траверсы, береговые крепления, стенки, пороги, опояски, барражи, перепады, быстротоки, наброски, специальные устройства – прорези, прокопы, селеуловители, русловые отстойники, щиты Потапова, сквозные заилители;
- по характеру воздействия на поток – пассивного действия, которые не изменяют структуру потока (продольные относительно стержня потока, береговые крепления, стенки, дамбы), активного действия, изменяющие структуру потока (поперечные дамбы, шпоры, полузапруды запруды, траверсы, пороги, барражи, наброски, быстротоки, а также специальные устройства);
- по условиям работы – сплошные и сквозные активного и пассивного действий, с переливом (затопляемые) и без перелива (незатопляемые);
- по роду применяемых строительных материалов – земляные, каменно-набросные, бетонные, железобетонные, деревянные, хворостяные, смешанные и др.

При совершенствовании расчетных методов определения параметров и при выявлении рациональных компоновок регуляционных сооружений большое значение имеет выделение одного из основных признаков их классификации. Наиболее общая градация регуляционных сооружений дается по признаку – назначение [1, 2]. При необходимости дифференциации регуляционных сооружений по способам гидравлического расчета и их компоновке основным признаком также может быть конструкция сооружения. Конструкцией косвенно учитываются назначение, условия работы и род применяемых строительных материалов [3]. Размещение конструкции регуляционных сооружений в плане и по вертикали относительно дна позволяет учесть также характер воздействия сооружения на поток и на оборот.

Анализ опубликованных работ [1–3], а также данные полевых обследований русловых участков и регуляционных сооружений на горных реках Кыргызстана, позволили схематично описать преимущественное расположение основных конструктивных видов сооружений на протяжении русел рек (рисунок 4) [2].

Параметры регуляционных сооружений определяются характеристиками руслоформирующих расходов воды. Анализируя русловые процессы на участках рек любого типа, можно прийти к выводу, что каждый расход является руслоформирующим. Потому что как увеличение, так и уменьшение расхода вызывает определенные деформации дна, устойчивые на определенный момент времени. Но при быстром изменении проходящих расходов воды в реке русловые формы отстают в своем развитии, они часто не соответствуют кратковременно действующим условиям. Однако все эти изменения происходят в определенном диапазоне, значения которого меньше экстремальных величин.

Известно, что чем больше расходы, тем больше руслоформирующая деятельность протока, но фактор времени играет не менее важную роль [3, 4]. Поэтому при очень больших, но кратковременных расходах воды русловые формы не успевают измениться до параметров, характерных потоку с меньшим расходом воды, но длящимся продолжительный период времени. Многие исследователи считают уровень воды вровень с бровками пойменных образований достаточно характерным, а расход соответствующий ему – руслоформирующим, хотя его определение на практике затруднительно. В свою очередь, определение такого расхода имеет большое практическое значение, так как его величина может быть использована для определения основных характеристик устойчивого русла.

Условно считается, что под устойчивыми участками русел рек подразумеваются однорукавные прямолинейные или криволинейные русла с закрепленными и незакрепленными берегами, на которых поперечные, продольные и плановые деформации не превышают средневзвешенных диаметров валунно-галечниковых наносов, слагающих естественную отмытку ложа, или высотные размеры гравелисто-песчаных гряд, создающих русловую шероховатость.

Таким образом, введение понятия “устойчивое русло” имеет большое практическое значение, так как позволяет определять параметры устойчивых русловых потоков на различных участках рек. Это используется при проектировании регулирующих сооружений водозаборных и берегозащитных узлов, насосных станций, мостовых переходов, дает возможность осваивать пойменные земли, регулировать процессы эрозии на реках, формировать

теоретические и эмпирические основы в методологии изучения русловых процессов.

#### *Литература*

1. *Логинов Г.И.* Гидравлические процессы при водозаборе из горных рек / Г.И. Логинов. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. 196 с.
2. *Алтунин Н.П.* Водозаборные узлы и водохранилища / Н.П. Алтунин. М.: Колос, 1964. 429 с.
3. *Артамонов К.Ф., Крошкин А.Н.* Вопросы гидротехнической классификации русловых участков и гидрометрии горных рек / К.Ф. Артамонов, А.Н. Крошкин // Морфология речных русел и их моделирование. Л.: Гидрометеиздат, 1972. С. 18–23.
4. *Логинов Г.И.* Движение двухфазного потока жидкости (вода, наносы) на криволинейном участке русла / Г.И. Логинов // Вестник КРСУ. 2010. Том 10. № 2. С. 93–97.