

2021. Т. 16. № 5 (117). С. 538-553.

6. Ali M.S., Features of transient processes in pumping stations with controlled shut-off devices. Beglyarov D.S., Benin D.M., Gavrilovskaya N.V., Zhuravleva L.A. Advances in Dynamical Systems and Applications. 2021. Т. 16. № 2. С.

УДК 628. (1-21):628.113

ОСОБЕННОСТИ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЙМЕННОЙ МНОГОРУКАВНОСТИ РЕК КИТАЯ

Ян Тэнсэнь, студент второго курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 1279733957@qq.com

Научный руководитель – Черных Ольга Николаевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, gtsmgup@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены актуальные аспекты русловых процессов, трансформации речных русел в результате хозяйственной деятельности на самой реке и на её водосборе, характерные для водотоков России и Китая, приводящие к деградации рек. Предложена классификация типов руслового процесса и схематизации пойменного потока. Отмечена необходимость формирования производственного опыта службы эксплуатации и защиты поймы методами фитомелиорации.

Ключевые слова: река, русловой процесс, пойма, фитомелиорация.

FEATURES OF THE CHANNEL PROCESS AND REGULATION OF FLOODPLAIN MULTI-BRANCH RIVERS IN CHINA

Yan Tengsen, 2nd year master's student at the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 1279733957@qq.com

Scientific supervisor – Olga Nikolaevna Chernykh, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures at the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gtsmgup@mail.ru

Annotation: The article considers the current aspects of channel processes, transformation of river channels as a result of economic activity on the river itself and on its catchment area, typical for watercourses of Russia and China, leading to degradation of rivers. A classification of types of channel process and

schematization of floodplain flow is proposed. The need for the formation of production experience of the service of operation and protection of floodplain by methods of phytomelioration is noted.

Key words: *river, channel process, floodplain, phytomelioration.*

Реки – живые создания природы. Ответственность за их состояние лежит на человеке. Во многих странах мира деградация рек зашла непоправимо далеко. Потребительское отношение к природе, начиная с распашки земель, регулирования стока, изъятия аллювиальных отложений и пр. отразилось на реках больше, чем на других ландшафтах. С деградируемым состоянием реки начинают обычно считаться лишь на стадиях, когда водоток становится неузнаваемым. Анализ литературных источников [1, 2] показывает, что в России и Китае в настоящее время технологический уход за реками ведётся в малых масштабах, объём которых много меньше требуемого из-за экологической опасности, которым подвергаются реки, пользователи и обитатели прибрежных территорий. Охрана водных ресурсов, контроль их состояния и комплексного использования, централизованное водораспределение составляют лишь часть единого комплекса, в котором природовосстановительные мероприятия должны занимать приоритетное место [3]. Преобладающим гидротехническим методом, например, для р. Ока в Московской области остаётся пока удаление илов из русла и добыча песка и гравия с пойменных и береговых участков механическим путём или с помощью земснарядов. Это мероприятие с сомнительной экологической и технической эффективностью не требует создания постоянных служб ухода за реками и регулярного контроля за их состоянием. Опыт ряда стран показывает, что при эксплуатации водотока необходим информационный раздел технологии, отражающий текущее состояние реки, его развитие и анализ реакции её элементов или конкретных участков на регуляционное (выправительное) воздействие [3, 4].

В данной работе как объекта исследования среди основных рек Китая в качестве аналога взята р. Дахэба, проблемы которой в устьевой части, близки к проблемам р. Оки. Река Дахэба характеризуется сильно разветвлённым руслом («косым» по терминологии специалистов КНР), образованным в результате понижения бассейна Синхай-Тонгде в истоке великой Желтой реки [5, 6]. Боковое развитие русла ограничено с обеих сторон долинами, что осложняет условия формирования русла на Цинхай-Тибетском нагорье. На основе анализа полевых исследований, снимков дистанционного зондирования и метеорологических данных о температуре воды было выявлено, что основными факторами, влияющими на формирование русла водотока и придания ему

«косого» типа, являются изменение стока в течении года и уклон долины.

Бассейн р. Дахэба расположен в уезде Синхай провинции Цинхай, к северо-востоку от истока Желтой реки, с координатами 35°21'-36°07'N и 99°00'-100°10'E (рис. 1). Общая длина р. Дахэба составляет около 119 км, а площадь бассейна - 4 782 км², из которых горная часть - 2 318 км², а площадь бассейна - 2

464 км². В бассейне имеется четвертичный кайнозойский слой, состоящий из речных и озерных отложений, в которых преобладает галечный гравий с большим количеством крупного песка, толщина отложений составляет около 100...200 м. По данным метеорологической станции Синхай, расположенной на р. Дахэба среднегодовое количество осадков составляет около 363,4 мм, основные месяцы выпадения осадков приходятся на июнь-август, среднегодовая температура - 13,9°.

Большая часть водосборного бассейна покрыта альпийскими лугами, пастбищами и в южной части кустарниками. Климат континентальный с сильным испарением. Поскольку в верховьях рыхлые отложения в долине содержат гальку, гравий и крупный песок, то под воздействием гидравлической эрозии в прибрежной зоне время от времени происходят оползни, возможны и сели [6,7].

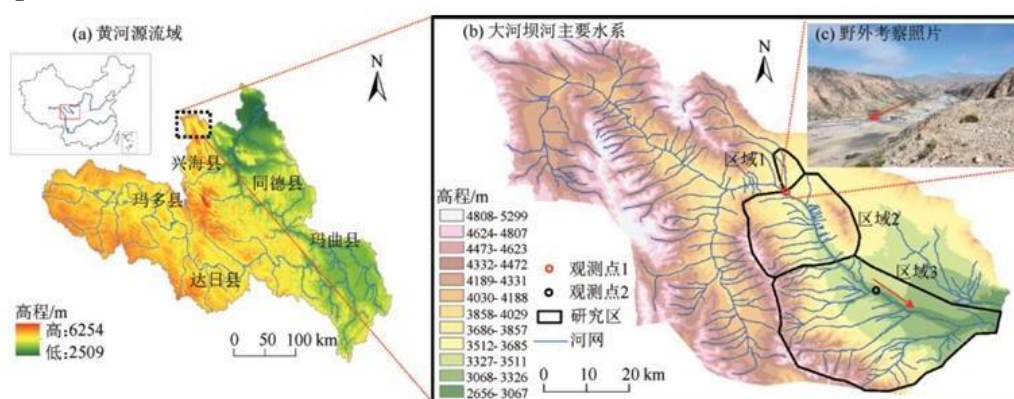


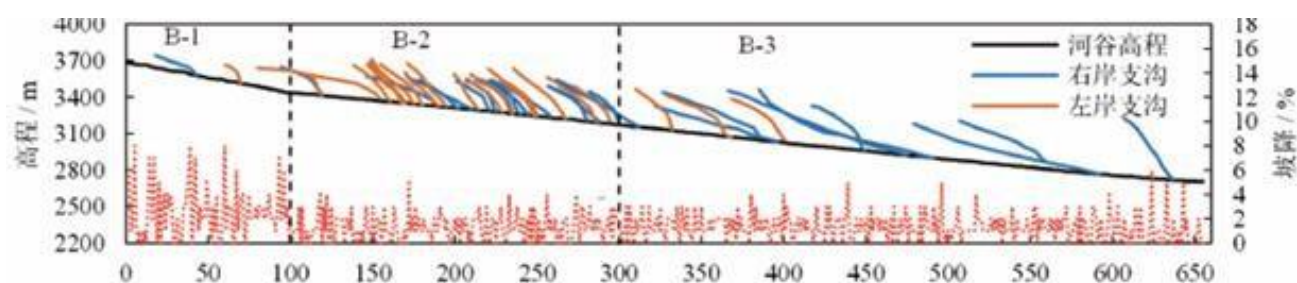
Рисунок 1 – Территория водосбора р. Дахэба, разделённая на районы исследования (B1, B2 и B3)

Район анализируемых исследований расположен в нижнем течении р. Дахэба, где большинство участков представляют собой гравийные «косые» русла. На основании распределения притоков по руслу были выделены три района исследования, обозначенные как B-1, B-2 и B-3 соответственно, где: B-1 - приток среднего течения р. Дахэба (с узкой долиной длиной 10,6 км и слабо развитым «косым» руслом); B-2 - в среднем течении р. Дахэба, длина русла 20,3 км, долина широкая, притоки хорошо развиты и есть ветвистые ущелья с ручьями, стекающими в речную долину; B-3 длиной 35,5 км, расположенным в нижнем течении реки Дахэба (рис. 2), по которому можно судить о характере переформирования и возможной реакции на изменение факторов эродированных прибрежных зон. Долина водотока сильно расширяется и меандрирует. Однако правый борт долины развит с явно более длинными разветвлениями-притоками, в то время как на левом борту притоки почти отсутствуют, а площадь зон эрозии и деградации береговых участков явно увеличивается.



Рисунок 2 – Выбранный для исследования участок реки Дахэба (В3)

Максимальное количество осадков за год выпадает в июле, среднее многолетнее значение составляет 84,47 мм, в то время как сухой период с ноября по март характеризуется малым количеством осадков. Сток в р. Дахэба испытывает сильные сезонные изменения, с небольшим расходом зимой (около $4 \text{ м}^3/\text{с}$) с декабря по май. Расход стока растёт с увеличением количества осадков в июне и достигает максимума $23,1 \text{ м}^3/\text{с}$ в июле. Максимальный расход $74,2 \text{ м}^3/\text{с}$ был в 2014 г., а процессы стока, превышающие $30 \text{ м}^3/\text{с}$, происходили 19 раз. В период обилия воды и частых изменений величины стока р. Дахэба более склонна к образованию новых ответвлений притоков и формированию многорукавных сильно меандрирующих русел. На рисунке 3 показано изменение высотного положения долины и уклона р. Дахэба. Для того чтобы проанализировать способность притоков пополнять запасы воды вдоль реки была нанесена глубина притоков реки. Анализируя графики, приведённые на рисунке можно констатировать, что участок В-1 обладает наибольшим уклоном, степень меандрирования его наинизшая, а на устьевом участке В-3 наблюдается более 10 притоков с увеличенной глубиной подрезания береговых зон (длина самого крупного меандрирующего притока составляет около 11,3



км).

Рисунок 3 – Продольный разрез по водотоку для анализа условий формирования его долины и русловых деформаций

Установлены основные факторы, влияющие на формирование меандр рек, которые включают в себя: скорость течения, уклон речной долины, растительность, грунт аллювиальных отложений и т.д. Эти факторы по-разному влияют на русло разветвлённых рек. Расчёт энергетической мощности потока показал, что на участке В1 она примерно в 0,74 раза больше чем на участках В-2 и В-3, на котором самое высокое соотношение мощности к уклону, что свидетельствует о совместном влиянии этих факторов на степень меандрирования русла водотоков.

После того как Желтая река прорезала ущелье Лунъян река Дахэба сократилась, образовав аллювиальную реку с большим удельным падением.

Обильные летние дожди усиливают поток наносов, а резкое увеличение скорости течения и гидравлический уклон, в сочетании с отсутствием растительности на дне долины вкупе вызывают интенсивную эрозию русла, пойменных островов и краёв песчаных отмелей. На этом участке тип руслового процесса становится побочным, где наблюдается перемещение ленточных гряд, река легко отклоняется, что ускоряет формирование многорукавности [5, 6]. Это характерно и для русской реки Оки после впадения в неё крупного притока р. Угры [1, 4]. На тех участках, где долина рек имеет сужения наблюдается ограниченное меандрирование. На многих участках этих рек, где пойма достигает большой ширины, происходит свободное меандрирование. Наконец, имеются и такие участки на них где русловой процесс осуществляется по типу незавершённого меандрирования. Произведённый анализ состояния различных участков водотока позволил выделить в качестве характерных следующие типы руслового процесса: свободное меандрирование; несвободное меандрирование; осерёдковый тип; пойменная многорукавность. Для стабилизации русла и пойменных русловых процессов необходимо использовать методы фитомелиорации, которые оструктурируют русловой массообмен, защищают среду обитания рыб и растений, оказывают выправительное и защитное воздействие на берега и донные области водотока (заросли тростника, полосы ивняка, дамбы, шпоры, буны из местных природных материалов, нерестилища, фитофильтры и пр.).

Таким образом, при реализации экологических программ требуется индивидуальный подход для каждой реки, входящей в водный бассейн с её «косыми» притоками. В основу взаимодействия с рекой должна ставиться эксплуатация гидротехнической системы в целом. Основными влияющими факторами при эксплуатации гидротехнической системы водотока и разработки комплексных мероприятий на отдельных пойменных массивах являются крутой уклон долины и внутригодовые процессы стока. Переменчивый поток и крутой уклон долины создают большую мощность потока, что делает внутридолинный поток склонным к повышению эрозионной способности, приводя к быстрому развитию русла в «косую» многорукавную форму. Знание этих факторов важны для управления реками, охраны окружающей среды и планирования землепользования. Уточнённые исследования и мониторинг участков с сильно разветвлёнными руслами должны привести к устойчивому управлению водными ресурсами, охране окружающей среды и повышению её экологической безопасности.

Библиографический список

1. Черных О. Н., Бурлаченко А. В. Особенности использования методов ландшафтной гидротехники при восстановлении рек. Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», – 2023. – 475 с. С.327 – 333.
2. Черных О.Н. Пути решения проблем комплексной экологической реабилитации и природоприближенного восстановления малых рек русских усадеб Москвы / О.Н. Черных, Н.В. Ханов, А.В. Бурлаченко. //

Природообустройство, 2019. – №1. С. 47-55.

3. Восстановление и охрана малых рек: Теория и практика /пер. с англ. А.Э. Габриэлян, Ю.А. Смирнов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 317 с.

4. Корюкин С. Н., Букреев В. П., Натальчук Ю. М. Регулирование русловых процессов на пойме при ограниченном меандрировании // Труды т. 52, выпуск Гидравлика, использование водной энергии, М.: – 1977. С. 9 – 13.

5. Чжоу Лиянь, Лань Сян, Чэнь Цюйся. Исследование типа реки и генезиса главного течения Желтой реки в Нинся // Исследование осадочных пород, 2016.

– №2. С. 52-56.

6. Ли Цицзюнь, Фан Сяомин, Ма Хайчжоу и др. Геоморфологическая эволюция верховьев Желтой реки и поднятие Тибетского нагорья в позднем кайнозое // Наука в Китае (Серия D: Науки о Земле), 1996. – №4. С. 316-322.

7. Xie Zhehui, Huang Heqing, Zhou Yuanyuan, et al. Progress of research on the evolution law of wandering rivers and its river type attribution // Progress of eoscience, 2016. – №35(7). С. 898-909.