УДК 551.435.04 DOI: 10.35735/9785604968338_164

ОСОБЕННОСТИ ФЛЮВИАЛЬНОГО РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ АНГАРЫ

Опекунова М.Ю., Кичигина Н. В., Голубцов В.А., Вантеева Ю.В.,
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты работ, посвященных выявлению закономерностей проявления специфических факторов формирования и динамического развития речных долин левых притоков Ангары под влиянием природных и антропогенных факторов в различных геодинамических обстановках на основе мониторинга современных эрозионно–аккумулятивных процессов в долинах рек, составляющих компонентов ландшафта, а также палеогеографических реконструкций.

Ключевые слова: *речные долины, пойменно-русловые комплексы, экзогенные процессы, мониторинг водных объектов, русловая морфодинамика, четвертичные отложения*

FEATURES OF FLUVIAL RELIEF FORMATION OF THE LEFT BANK OF ANGARA

Opekunova M. Yu., Golubtsov V.A., Vanteeva Yu. V.,
V.B. Sochava Institute of Geography, SB RAS 664033, Irkutsk, Russia

Abstract. *The paper presents the results of work devoted to identifying patterns of manifestation of specific factors in the formation and dynamic development of river valleys of the left tributaries of the Angara under the influence of natural and anthropogenic factors in various geodynamic settings based on monitoring of modern erosion-accumulation processes in river valleys, constituent components of the landscape, as well as paleogeographic reconstructions.*

Keywords: *river valleys, floodplain-channel complexes, exogenous processes, monitoring of water bodies, channel morphodynamics, Quaternary sediments*

Введение. Флювиальные системы - это наиболее гибкие объекты, дающие быстрый отклик на изменения природных условий и антропогенных факторов на разных ее уровнях. Речные долины разного порядка в различных геодинамических обстановках несут в себе информацию о событиях различного генезиса и масштаба проявлений. Настоящие исследования, направлены на решение ряда актуальных научных задач по изучению морфодинамики русел, формирования и трансформации русла и пойм и, в целом развития речных долин транзитных рек горно-равнинных территорий. Таким образом, исследования затрагивают актуальную проблему рационального природопользования, связанную с изучением откликов флювиальных процессов, а также определения механизмов трансформаций долинных комплексов в результате различных видов хозяйственной деятельности и катастрофических природных явлений.

Материалы и методы. Территория исследования лежит в пределах верхнего течения Ангары, включая бассейнов крупных левых притоков – Китой, Иркут, Белая (рис.1).

Специфика формирования речных долин левобережных притоков р. Ангары, прежде всего, определяется их расположением на стыке орогенной и платформенной областей. Характерна поперечная субширотно-северо-восточная ориентировка отдельных впадин, придающая прогибу «клавишный» характер в современном срезе. Другой чертой строения и развития территории, которые оказали влияние на морфологию долин в целом и ее частей, это наличие разноориентированных зон разломов разного топологического порядка. Днища долин выполнены неогеновыми и четвертичными галечниками и песками. Распределение внутригодового стока, расходов воды, стока наносов обусловлено расположением

значительной части водосбора левобережных притоков в горной области Восточного Саяна, где в летний период реки получают максимальное питание за счет дождевых осадков, таяния снега и наледей [1].

Гидролого-морфологические исследования В ходе исследований с 2018 года проводится высокодетальный мониторинг водных объектов, атмосферных осадков, температуры атмосферного воздуха и почв, динамики береговых деформаций в бассейнах рек Иркут, Китой, Белая с использованием современных приборных комплексов отечественного производства. Фактический материал о морфологических, морфометрических параметрах, динамике берегов в маловодные и многоводные периоды получен на основе многолетних полевых исследований, включающих, в том числе мониторинговые наблюдения за русловыми деформациями и срочные наблюдения [6].

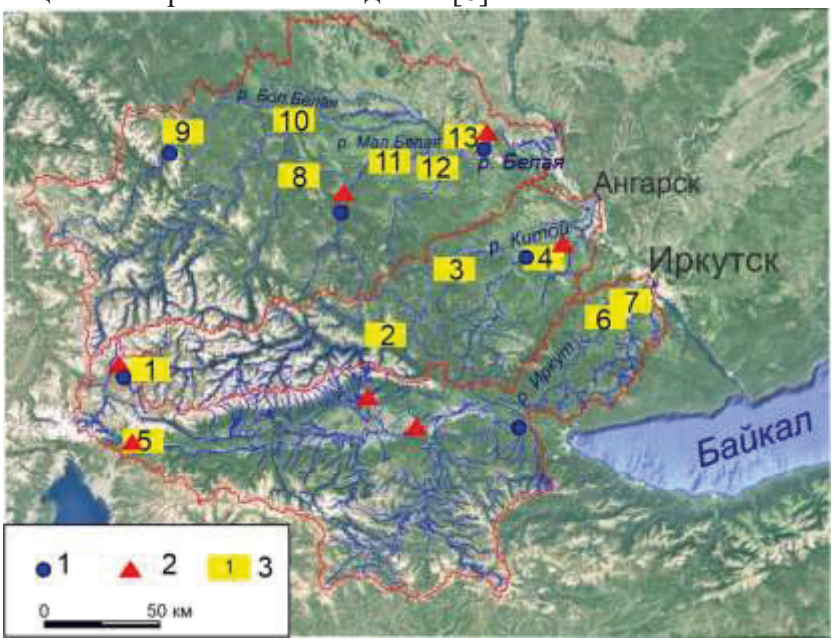

Рис. 1. Схема расположения ключевых участков на исследуемой территории. Условные обозначения: посты мониторинга: 1 – гидрологические посты, 2 – метеорологические посты; 3 – ключевые участки исследований:1 –Ильчиро-Китойский; 2 - Дабады; 3 -Прижим; 4 - Раздолье; 5 - Аерхан; 6-Утес; 7 – Баклаши-Введенщина-Смоленщина; 8 –Онот, 9 – Новостройка, 10 – Большебельский; 11- Онот; 12 – Малая Белая; Междуречье.

Палеогеографические исследования выполнялись на ряде ключевых участков. Определение возраста погребенных почв выполнено радиоуглеродным методом со сцинтилляционным измерением активности ^{14}C в Санкт-Петербургском государственном университете и в Институте геологии и минералогии СО РАН по углероду гуминовых кислот. В тексте приводятся калиброванные даты, калибровка которых выполнена с использованием шкалы INTCAL13.

Ландшафтно-геоморфологические исследования выполнялись на ключевых участках с заложением трансектов, которые охватывали все основные морфологические элементы долины. Размеры тестовых площадок варьировали в зависимости от ширины морфологических элементов: от 15 х 15 м до 5 х 5 м (для низкопойменных и прирусловых участков). Для ландшафтно-геоморфологического картографирования, а также мониторинга береговых деформаций применялись квадрокоптеры (DJI PHANTOM4 Pro, Mavik), что позволило с высокой степенью достоверности качественно зафиксировать сложившуюся ситуацию в долинах рек и изменение среды при воздействии природных и техногенных факторов.

Результаты и обсуждение. В рамках выполнения гидролого-морфологических исследований был проведен анализ количественных данных о динамике площадей пойм рассматриваемых рек в различных геодинамических областях в различные фазы водности за последние 45 лет [7]. Анализ количественных показателей гидрологического режима в совокупности с динамикой плановых деформаций показал незначительную изменчивость площадей островных пойм на фоне высокой обеспеченности паводков [7]. Мониторинг экзогенных процессов и береговых деформаций на реках подтверждает максимальные скорости развития процессов и перемещения отложений непосредственно во время и сразу после прохождения паводков.

В этой связи в долгосрочной перспективе первостепенной задачей становится корреляция высокоточных детальных данных о прохождении паводков (в том числе и экстремальных) на основе мониторинга водных объектов и скоростей экзогенных процессов.

Так, на основе данных *высокодетального мониторинга* за паводочной сезон 2022 года определены сроки прохождения, продолжительность, высота подъёма уровня и его амплитуда, скорость подъема и спада и др. паводках [5]. Полученные результаты совместно с актуальными данными мониторинга позволяют уточнить параметры, влияющие на скорости прохождения паводков и продолжительность формирования флювиальных форм рельефа, что является наиболее актуальными задачами для труднодоступных территорий, где не редко недоступны срочные наблюдения за прохождением экзогенных процессов.

Палеогеографические аспекты исследований в основном были сфокусированы на реконструкции голоценовой истории развития долины р. Белой. Анализ пространственного распределение пойменных генераций различной морфологии и низких террасовых уровней, исследование фациального строения и состава рыхлых отложений позволил установить возраст формирования аллювиальных толщ [3, 4]. Указанный участок ввиду выявленной стабильности развития можно считать репрезентативным для оценки ритмики аллювиального осадконакопления и развития флювиальных процессов рельефообразования в голоцене. Выявлена стадийность высокой и низкой водности, связанные с ними этапы развития долины р. Белой в пределах равнинной части ее бассейна [3, 4]. Развитие флювиальных процессов и ритмичность формирования исследуемых пойм хорошо вписывается в общий контекст колебаний температуры и увлажнения в регионе на протяжении позднеледниковья и голоцена, позволяя рассматривать поймы левобережных притоков р Ангары в качестве значимых палеогеографических архивов.

Ландшафтно-геоморфологические исследованиями проводились во всех бассейнах в разных геодинамических областях. Наиболее детально показаны особенности пространственной структуры и динамики долинных геосистем р. Китой. С помощью крупномасштабного картографирования установлено, что геоморфологическое строение территории, определяющее скорости русловых деформаций и интенсивность склоновых процессов, оказывает существенное влияние на развитость долинных геосистем и их пространственную структуру. Самой сложнопостроенной структурой характеризуется участок долины р. Китой, формирующейся в равнинной части бассейна. В горной части наблюдается фрагментированность развития отдельных морфологических элементов долины и меньшее разнообразие элементарных геосистем. По результатам анализа сукцессионных смен почвенно-растительного покрова на разных морфологических элементах долины определены основные этапы развития долинных геосистем и получены количественные характеристики основных индикаторов стадий развития пойменных генераций и их динамического состояния. Для геосистем низкой и средней поймы долины р. Китой ведущим фактором формирования их пространственной структуры и динамики являются флювиальные процессы, за исключением высокогорной части бассейна, где они сглаживаются процессами криогенеза, и ряды сукцессионых смен почвенно-растительного

покрова идентичны практически на всей протяженности долины [2]. Геосистемы высоких пойм и низких террас, формирующиеся в условиях ослабленного влияния флювиальных процессов, в зависимости от смены высотных поясов имеют более выраженные черты горной и подгорной тайги.

Выводы. Впервые получены важные данные о сроках прохождения, продолжительности, высоты подъёма уровня и его амплитуды, скорости подъема и спада паводков рек левобережья р. Ангары. Получены данные о временных интервалах, проведена корреляция этапов развития долины р. Белой с региональными колебаниями температуры и увлажнения в регионе на протяжении позднеледниковья и голоцена. В совокупности с полученными ранее данными о строении и возрасте формирования пойм, новые данные можно рассматривать в качестве реперных точек для последующей корреляции низких морфологических уровней левобережных притоков р. Ангары.

Впервые для территории Верхнего Приангарья раскрыты сукцессионные смены почвенно-растительного покрова на разных морфологических элементах долины, определены основные этапы развития долинных геосистем, получены количественные характеристики основных индикаторов стадий развития пойменных генераций и их динамического состояния [2].

Систематизация обширной базы данных, а также актуальные данные мониторинговых исследований позволили провести корреляцию гидрологических и геоморфологических показателей современного развития речных долин и сделать следующие выводы. Отмечена определенная синхронность колебания максимального стока, характерная для рассмотренных бассейнов. Выделено шесть периодов изменения водности на рассматриваемых реках. Для трех притоков Иркут, Китой, Белая показатели относительной изменчивости площади островных пойм на фоне повышения водности рек в целом невелики и обладают максимальными значениями в горной и предгорных областях, минимальными на равнине. На степень интенсивности проявлений опасных процессов, скорости береговых деформаций значительное влияние оказывают процессы урбанизации. Отмечено, что наличие линейных объектов инфраструктуры (дорог) в пределах пойменных массивов часто провоцировало усиление скоростей потоков, увеличение объемов переносимого материала, а также формирование аккумулятивных форм рельефа. Плотность грунтов урбанизированных территорий вследствие прохождения паводков падает, за счет вымывания мелких фракций, что приводит к деформации сооружений.

В целом, анализ количественных показателей гидрологического режима и динамики плановых деформаций показал, относительно небольшие значения показателей изменчивости площади островных пойм на фоне довольно высокой обеспеченности паводков. Максимальные значения этого показателя у широкопойменных рек в горной и предгорных областях равны 0,2-0,7 (то есть 20-70% от площади пойм), минимальные на равнине – 0-0,1 [7].

В итоге в ходе проведенных исследований с использованием средств мониторинга и ГИС-моделирования определены гидрологические характеристики, параметры рельефообразующих процессов на коротких трендах (десятки лет), и длинных трендах, в пределах позднего плейстоцена – голоцена.

Выявление сходства и различий строения отложений рассматриваемых бассейнов, несомненно, может быть полезно для целей геоморфологического районирования. Данное направление требует дополнительного фактического материала для более корректного определения геоморфологических границ.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект № 22-27-00326 “Специфика формирования и факторы развития речных долин бассейнов левых притоков Ангары: современная динамика и палеогеографические аспекты”).

Литература

1. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / Ред. совет: В.В. Воробьев и др.; Рос. акад. наук, Сиб. отд–ние, Ин–т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, М–во транспорта РФ, Федеральное агентство геодезии и картографии. М.; Иркутск, 2004. 90 с.
2. Вантеева Ю. В., Опекунова М. Ю., Голубцов В. А. Ландшафтно-геоморфологически анализ долинных геосистем р. Китой // География и природные ресурсы. 2024. № 1. С. 110-121. DOI: 10.15372/GIPR20240111
3. Голубцов В.А., Опекунова М.Ю. Строение и хронология формирования пойменных отложений рек бассейна р. Белая (Верхнее Приангарье) // Геоморфология. 2022. Том 53. № 4. С. 42-55. https://doi.org/10.31857/S0435428122040046
4. Голубцов В.А., Опекунова М.Ю., Смирнов М.В. Хронология и условия формирования пойменных генераций нижнего течения р. Белой (Верхнее Приангарье) // XXXVII пленум Геоморфологической комиссии Российской академии наук: Тезисы докладов всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Иркутск, 5–10 сентября 2023 года). – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2023. С. 93-98.
5. Кичигина Н. В., Опекунова М. Ю. Анализ дождевых паводков на левых притоках Ангары по данным высокодетального гидрометеорологического мониторинга // География и природные ресурсы. – 2024. – № 3 (в печати)
6. Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В. Морфодинамика речных долин левобережья Ангары // Географический вестник. 2023. № 1(64). – С. 6–16. doi: 10.17072/2079-7877-2023-1-6-16.
7. Opekunova M.Y., Kichigina N.V., Rybchenko A.A. et al. Channel deformations and hazardous processes of the left-bank tributaries of the Angara river (Eastern Siberia) // Water. 2023. Vol. 15. 291. https://doi.org/10.3390/w15020291