

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 551.435.04

doi: 10.17072/2079-7877-2023-1-6-16

МОРФОДИНАМИКА РЕЧНЫХ ДОЛИН ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ АНГАРЫ

Марина Юрьевна Опекунова^{1✉}, Виктор Александрович Голубцов², Наталья Витальевна Кичигина³, Юлия Владимировна Вантеева⁴

^{1,2,3,4} Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г.Иркутск, Россия

¹ opek@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0001-7140-9995>, Scopus Author ID: 26428932100, Author ID: 129385

² tea_88@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1644-5453>, Scopus Author ID: 56411827600, Author ID: 762626

³ nkichigina@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2350-6795>, Scopus Author ID: 14011980600, Author ID: 63252

⁴ ula.vant@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5735-7989>, Scopus Author ID: 57200373287, Author ID: 894237

Аннотация. Представлены результаты первого этапа комплексного (гидрологического, палеогеографического и ландшафтно-геоморфологического) исследования развития речных долин левобережья Ангары. В результате анализа колебаний максимального стока с использованием разностных интегральных кривых стока выделено шесть периодов изменения водности по максимальным годовым расходам за период от начала наблюдений до 2019 г. на рассматриваемых реках. На основе анализа строения и состава пойменного аллювия предгорных и равнинных областей выявлены особенности голоценового осадконакопления в долине р. Белой. Детализированы имеющиеся представления о хронологии формирования пойменных массивов. Различия в фаціальном строении пойменных отложений предгорных и равнинных частей бассейна отражают морфодинамику пойменно-русловых комплексов. Для разрезов предгорной части бассейна отмечается отсутствие фации прирусловой отмели. При этом возраст песков пойменной фации здесь значительно моложе (800–900 лет), чем в нижней части бассейна (2,5–3,4 тыс. лет), что свидетельствует о динамичности русел в предгорной части. Ряд выраженных изменений в осадконакоплении в пределах исследуемых пойм (8,8 тыс. кал. л.н., 3,4 тыс. кал. л.н.) хронологически соотносятся с региональными климатическими изменениями, что может свидетельствовать о значительной роли климата и связанных с ним изменений флювиальной активности в формировании пойм исследуемой территории. Применение эволюционных рядов растительных сообществ пойменных комплексов возможно при типизации морфологических элементов долины при переходе из русловых в пойменные состояния. В дальнейшем такой подход может служить критерием выделения инвариантов зарастания при сравнении долин разных бассейнов, но в сходных морфодинамических условиях.

Ключевые слова: долины, осадконакопление, рельефообразование, гидрологический режим

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

Для цитирования: 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.

PHYSICAL GEOGRAPHY, LANDSCAPES AND GEOMORPHOLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2023-1-6-16

MORPHODYNAMICS OF RIVER VALLEYS OF THE LEFT BANK OF THE ANGARA

Marina Yu. Opekunova^{1✉}, Viktor A. Golubtsov², Natalya V. Kichigina³, Yulia V. Vanteeva⁴

^{1,2,3,4} VB Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

¹ opek@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0001-7140-9995>, Scopus Author ID: 26428932100, Author ID: 129385

² tea_88@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1644-5453>, Scopus Author ID: 56411827600, Author ID: 762626

³ nkichigina@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2350-6795>, Scopus Author ID: 14011980600, Author ID: 63252

⁴ ula.vant@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5735-7989>, Scopus Author ID: 57200373287, Author ID: 894237

Abstract. The article presents the results of the first stage of a comprehensive (hydrological, paleogeographic, and landscape-geomorphological) study of the development of river valleys on the left bank of the Angara. An analysis of fluctuations in the maximum runoff performed with the use of difference integral runoff curves, identified six periods of change in water content of the rivers under study according to the maximum annual discharges for the period from the beginning of observations to 2019. Basing on the analysis of the structure and composition of the floodplain alluvium in the foothill and plain areas, the features of the Holocene sedimentation in the valley of the Belaya River were revealed. The existing ideas about the chronology of the formation of the floodplain massifs are presented in detail. Differences in the facies structure of the floodplain deposits in the piedmont and plain parts of the basin reflect the morphodynamics of the floodplain-channel complexes. For the sections of the foothill part of the basin, there



Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

is noted a lack of facies of the near-channel shoal. At the same time, the age of the sands of the floodplain facies here is much younger (800–900 years) than in the lower part of the basin (2.5–3.4 thousand years), which indicates the dynamics of the channels in the foothill part. A number of pronounced changes in sedimentation within the studied floodplains (8.8 thousand cal. BP, 3.4 thousand cal. BP) chronologically correlate with regional climatic changes, which may indicate a significant role that climate and climate-driven changes in fluvial activity played in the formation of floodplains in the study area. The use of evolutionary series of plant communities in floodplain complexes is possible when typing the morphological elements of the valley during the transition from channel to floodplain states. In the future, this approach could serve as a criterion for the identification of overgrowing invariants when comparing valleys of different basins, but under similar morphodynamic conditions.

Keywords: valleys, sedimentation, relief formation, hydrological regime

Funding: the study was funded by the Russian Science Foundation (project No. 22-27-00326 ‘The formation features and development factors of river valleys in the basins of the left tributaries of the Angara: modern dynamics and paleogeographic aspects’).

For citation: Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В. (2023). Morphodynamics of river valleys of the left bank of the Angara. *Geographical Bulletin*. No. 1(64). Pp. 6–16. doi: 10.17072/2079-7877-2023-1-6-16.

Постановка проблемы

Изучение процессов флювиального рельефообразования, в частности комплексное исследование формирования и развития речных долин, позволяет выявить ряд особенностей развития природных компонентов, в том числе и ритмики экзогенного рельефообразования, которая является важной составляющей в процессе трансформации и эволюции ландшафтов [9; 10; 16; 23–25]. Помимо этого, такие исследования выполняют функции прогноза и предотвращения возникновения экологической напряженности, связанной с опасными гидрологическими явлениями, динамикой русловых процессов и преобразованием ландшафтов долин, возникающим в условиях антропогенного прессинга [3; 5; 19; 20].

Данная проблема актуальна и для Приангарья, где в последнее время наблюдаются усиление циклонической деятельности [21] и прохождение катастрофических дождевых паводков, которые признаны одним из ведущих факторов чрезвычайных ситуаций для южных районов Иркутской области [7; 15; 22]. В этой связи важно иметь представление не только о закономерностях проявления русловых процессов и динамике развития пойменно-русловых комплексов рек, но и о ритмике флювиальных процессов в голоцене, т.е. в гидроклиматических условиях, близких по характеристикам к современным.

Данная работа направлена на систематизацию и интерпретацию новых фактических данных для оценки современного состояния и динамики рельефа и экзогенных процессов в долинах, а также определение локальных факторов, влияющих на структуру современного рельефообразования в различных геодинамических обстановках.

Объекты и методы исследования

Территория исследования лежит в пределах верхнего течения Ангары, включая участки нижнего течения крупных левых притоков – Китой, Иркут, Белая (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические характеристики бассейнов рек
 Morphometric characteristics of river basins

№ п/п	Река	Площадь бассейна, км ²	Длина реки, км	Длина реки в пределах равнинно-платформенной области, км	Площадь бассейна в пределах равнинно-платформенной области, км ²
1	Иркут	15000	488	60	1080
2	Китой	9190	316	94	1360
3	Белая	18000	359	79 (от слияния Малой и Большой Белой)	6070

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. Другая черта строения и развития территорий, которые оказали влияние на морфологию долин в целом и ее частей, – это наличие разноориентированных зон разломов разного топологического порядка. Днища

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

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 [2]. Максимальные расходы воды в период летнего паводка варьируют от 3610 м³/с (р. Китой) до 5140 м³/с (р. Белая) [1]. Изменение мутности воды и расходов взвешенных наносов на реках района хорошо согласуется с годовым ходом расходов воды; максимальные среднемесячные расходы и мутность в летний период изменяются от 1200 до 5600 г/м³.

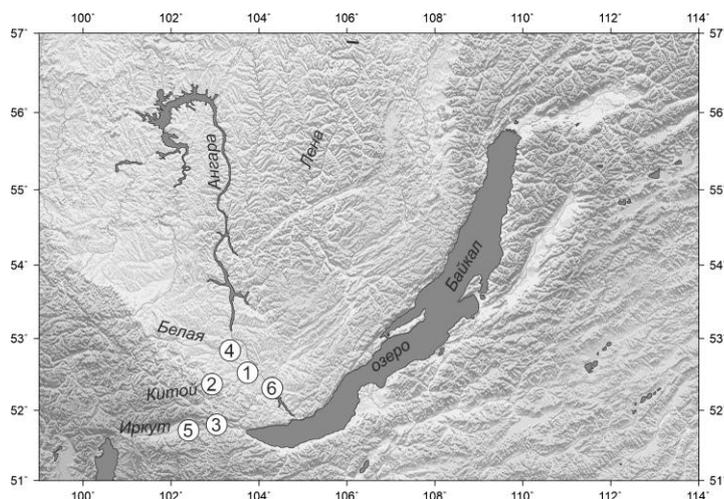


Рис. 1. Схема расположения водопостов на исследуемых реках:

1 – Китой – р.п. Китой; 2 – Китой – с. Дабады;

3 – Иркут – с. Тибельти; 4 – Белая – с. Мишеловка; 5 – Иркут – с. Тунка

Fig. 1. Location of water stations on the studied rivers: 1 – Kitoy – Kitoy;

2 – Kitoy – Dabady; 3 – Irkut – Tibelti; 4 – Belaya – Mishelovka;

5 – Irkut – Tunka

Оценка долговременных колебаний среднего и максимального стоков проведена с использованием разностных интегральных кривых стока, которые отражают долговременные периоды повышенной и пониженной водности. Использовались данные следующих гидрологических постов на левых притоках Ангары: 1) Китой – р.п. Китой; 2) Китой – с. Дабады; 3) Иркут – с. Тибельти; 4) Белая – с. Мишеловка; 5) Иркут – с. Тунка (рис. 1). Рассматривались ряды максимальных годовых расходов воды за период наблюдений на гидропостах. Информационной основой работы являются данные Росгидромета, в том числе из следую-

щих источников: Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [1], R-ArcticNET [27], справочные материалы Государственного водного кадастра, гидрологические ежегодники.

Определение возраста погребенных почв выполнено радиоуглеродным методом со сцинтилляционным измерением активности ¹⁴C 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.

Результаты и обсуждение

Зонирование пойменно-руслых комплексов рек исследуемой территории

В пределах территории исследования в зависимости от величины уклона русла [18] представлены все типы рек – горные, полугорные и равнинные.

С целью предварительной типизации пойменно-руслых комплексов по степени динамики их развития и дальнейшего районирования территории было проведено зонирование (рис. 2), при котором учитывались следующие факторы их формирования и функционирования: геоморфологическое строение территории [2], морфометрические характеристики рек, величина уклона и соответственно их морфодинамические типы, сочетание типов пойменно-руслых комплексов [12; 13], скорости плановых русловых деформаций [14; 15].

Широкопойменные разветвленно-извилистые с адаптированными и свободными излучинами русла, с сочетанием ложбинно-островных и сегментных пойм рек горных и

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

предгорных территорий, характеризуются как динамично развивающиеся комплексы. Скорость отступления берегов при прохождении катастрофических паводков здесь может достигать 2 м в супесчаных и до 6 м в галечниковых отложениях.

Относительно стабильные ПРК получили развитие преимущественно в равнинно-платформенной и равнинно-котловинных областях. Максимальные зафиксированные скорости разрушения берегов в пределах равнин достигают 1,5–2 м в год. Такие деформации характерны для береговых уступов, сложенных супесчано-песчаными отложениями, в которых развивается процесс отседания блоков грунта, с дальнейшим их обваливанием и осыпанием. Наиболее протяженные участки разрушения берегов расположены в пределах вогнутых берегов в вершинах свободных излучин.

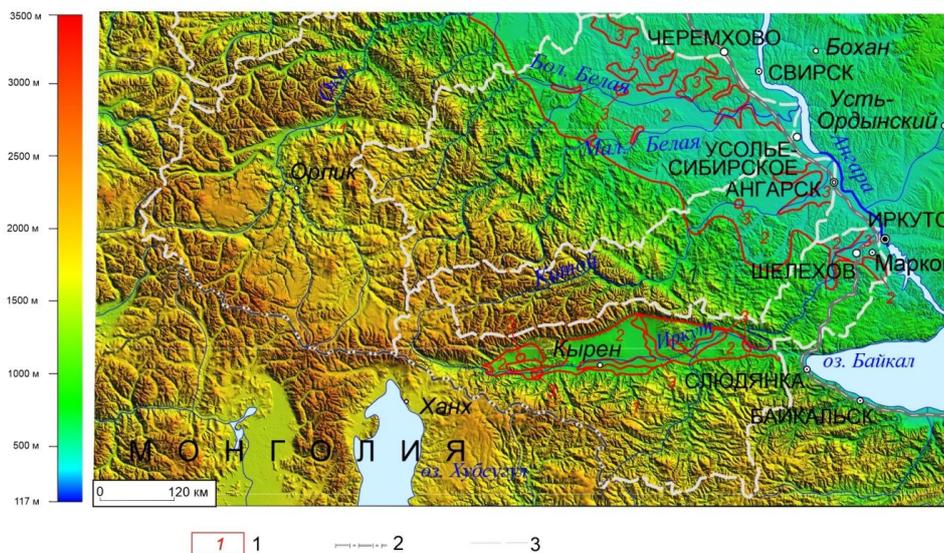


Рис. 2. Зонирование пойменно-русловых комплексов рек Верхнего Приангарья и прилегающих территорий по степени динамики их развития. Условные обозначения: 1. Границы зон: красными цифрами обозначены: 1 – динамично развивающиеся ПРК; 2 – относительно стабильные ПРК; 3 – относительно динамично развивающиеся ПРК антропогенно нарушенных территорий; 2. Государственные границы; 3. Границы бассейнов

Fig. 2. Zoning of floodplain-channel complexes of the rivers of the Upper Angara area and adjacent territories according to the degree of their development dynamics. Legend: 1. zone boundaries: marked with red numbers are 1 – dynamically developing floodplain-channel complexes; 2 – relatively stable floodplain-channel complexes; 3 – relatively dynamically developing floodplain-channel complexes of anthropogenically disturbed territories; 2. state borders; 3. basin boundaries

Отдельно выделены ПРК антропогенно нарушенных территорий, для которых характерны значительные изменения либо преобразования рельефа – в основном это полоса приустьевых участков левобережных притоков р. Ангары (Иркут, Китой, в меньшей степени р. Белая).

Для выявления закономерностей современной морфодинамики левобережных притоков р. Ангары важно выявить комбинации общих и специфических факторов развития речных долин на разных топологических уровнях и в разных геодинамических обстановках.

Пространственно-временная динамика гидрологических условий

Так как основными естественными факторами в развитии русла и формировании поймы являются гидрологический режим реки и сток руслообразующих (влекомых и взвешенных) наносов [9; 18; 20], была проведена оценка максимального стока в пределах исследуемой территории.

Оценка долговременных колебаний максимального стока выполнена с использованием разностных интегральных кривых стока, которые отражают долговременные периоды повышенной и пониженной водности (рис. 3).

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
 Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

Их анализ показал, что на рассматриваемых реках в бассейне р. Ангары с начала-середины 60-х гг. 1971 г. была многоводная фаза стока. Наиболее многоводным был 1971 г., на ряде рек (в первую очередь, на р. Иркут) произошли наводнения. После чего, вплоть до 1983 г., на реках наблюдалось постепенное снижение максимальных годовых расходов. С 1983 по 1988 г. происходило увеличение водности, кроме р. Иркут, где с 1971 по 1992 г. сохранялась средняя водность. Период с 1989 по 2001 г. характеризуется относительно высокими значениями максимальных расходов на всех реках, с небольшим снижением после 1994 г. В 2001 г. на реках левобережья Ангары произошло катастрофическое наводнение, после этого период 2001–2006 гг. характеризовался повышенной водностью. После 2007 г. на реках начался период пониженной водности, максимальные годовые расходы также уменьшались вплоть до многоводного 2019 г. В 2019 г. на реках Иркут, Китой, Белая произошло значительное паводочное наводнение.

В итоге выделено шесть периодов изменения водности по максимальным годовым расходам за период от начала наблюдений до 2019 г. на рассматриваемых реках.

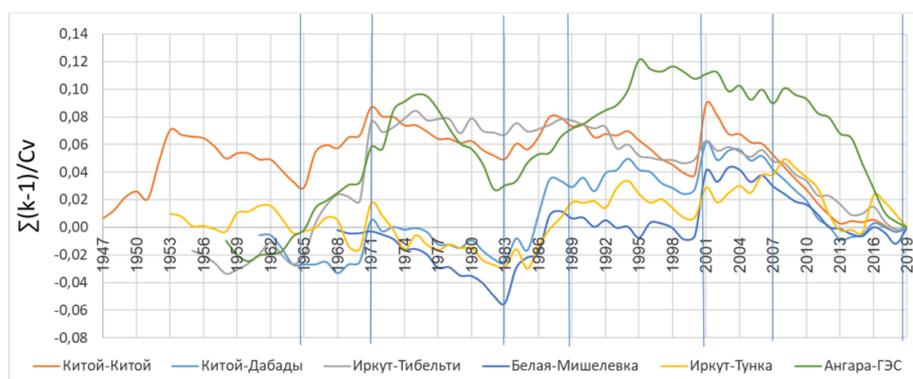


Рис. 3. Многолетние изменения максимального годового стока в бассейне реки Ангары в виде разностных интегральных кривых: k – модульный коэффициент, Cv – коэффициент вариации

Fig. 3. Long-term changes in the maximum annual runoff in the Angara River basin in the form of difference integral curves; k – modulus coefficient, Cv – coefficient of variation

Основные черты строения пойменных массивов и хронология формирования отложений

Критерии, раскрывающие основные черты функционирования пойменно-русловых комплексов, включают структуру строения отложений [9; 16; 20], а также эволюцию и динамику ландшафтной структуры [4; 11; 17].

Основные черты, которые отразились на развитии того или иного типа пойм, обусловлены, прежде всего, положением левобережных притоков р. Ангары в пределах довольно мобильной в неотектоническом плане области. Этот фактор по-разному проявился у каждого из притоков. Для долины р. Белой георазнообразие пойменных типов обусловлено множеством морфодинамических типов русел: в основном это поймы сегментного ровного и сегментно-гривистого, а также скелетного типов. Пойменный комплекс обладает признаками направленного врезания, имеет ступенчатое строение, включает три высотных уровня – низкую, среднюю и высокую поймы. То есть пойменно-русловые комплексы р. Белой тесно связаны с морфоструктурой территории, а смена их типов имеет линейный характер с вектором вниз по течению.

Пойменные массивы р. Китой также имеют ступенчатое строение, в пределах широкопойменного равнинного участка сложно построены, включают, как правило, несколько генераций, которые осложнены элементами пойм рек Картагон и Целота [14]. Смена типов пойм р. Китой развивается в поперечном течении направлении, которое обусловилось, прежде всего, наличием в нижнем течении р. Китой зон молодых опусканий и развитием обширных заболоченных пространств.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
 Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

Для пойменных массивов р. Иркут на данном этапе исследований нельзя выделить ярко выраженных черт строения пойменных массивов, как у Белой или Китоя. Сочетание адаптированного и широкопойменного типов русла обусловило здесь сочетание пойменных типов в более сглаженном варианте, ближе к «нормальному» [12].

Таким образом, учитывая специфику распространения пойменно-русловых комплексов исследуемой территории, более конкретно изменение осадконакопления в разных морфодинамических условиях иллюстрирует строение пойменных массивов р. Белой. В бассейне р. Белой, как уже упоминалось выше, четко выражена зависимость морфодинамических русловых и связанных с ними типов пойм от морфоструктурного строения территории исследования. Особенности строения отложений пойм исследовались на ряде разрезов на р. Белой (рис. 4), вскрывающих различные фации аллювиальных и покровных отложений, соотношения которых в пространстве существенно различны [6]. Тем не менее анализ свойств отложений позволяет выделить ряд общих для всех исследуемых объектов закономерностей.

Наиболее древняя из полученных дат (8850 ± 140 л.н.) относится к рубежу раннего и среднего голоцена и маркирует смену руслового осадконакопления на аккумуляцию отложений в зоне прирусловой отмели (разрез «Большая Белая») (табл. 2). Вторая половина среднего голоцена (3470 ± 150 , разрез «Белая») и начало позднего голоцена (2534 ± 182 л.н., разрез «Грива») – это переход от фации прирусловой отмели к пойменным отложениям. Аллювиальные отложения в средних частях пойменных пачек имеют возраст, близкий к 1 тыс. лет (800 ± 100 л.н. и 880 ± 50 л.н. в разрезе «Юлинск-1», 1010 ± 100 в разрезе «Большая Белая» и 1110 ± 130 в разрезе «Белая»). И, наконец, возраст кровли пойменных отложений определяется в 300-600 л.н. (590 ± 50 л.н. – для разреза «Юлинск-1», 270 ± 130 л.н. – разреза Белая и 381 ± 93 – разреза «Понижение»). В разрезе «Юлинск-1», который расположен в довольно динамичной устьевой зоне притока р. Мал. Белой – реки Огот, возраст нижних слоев может указывать на уничтожение более древних толщ. В разрезе «Юлинск-2», расположенном на участке проточно-островной поймы, отсутствует фация прирусловой отмели.

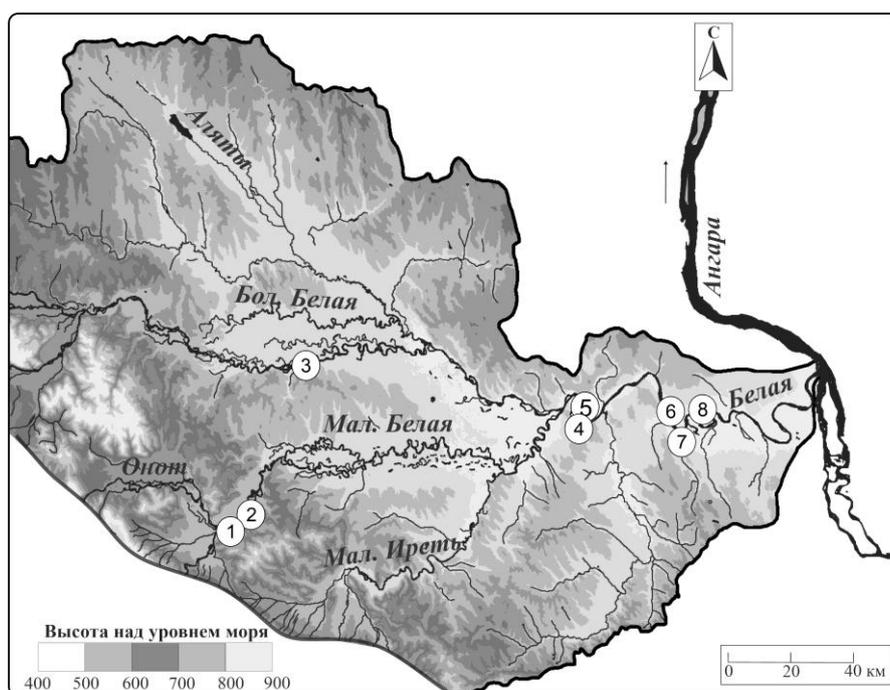


Рис. 4. Расположение разрезов бассейна р. Белая: 1 – Юлинск-1; 2 – Юлинск-2; 3 – Большая Белая; 4 – Грива; 5 – Понижение; 6 – Белая

Fig. 4. Location of the sections of the Belaya River basin: 1 – Yulinsk-1; 2 – Yulinsk-2; 3 – Bolshaya Belaya; 4 – Griva; 5 – Ponizhenie; 6 – Belaya

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

Такие признаки можно считать показателями динамичности русел горных территорий для рек рассматриваемого бассейна. В то же время формирование, количество и сохранность почвенных серий, а также абсолютный возраст формирования, несомненно, указывают на относительную стабильность поверхности. Эти черты пойменных отложений характерны для разрезов «Большая Белая», «Грива», «Понижение», «Белая». Таким образом, пойменные отложения разрезов Юлинка-1, Юлинка-2 больше соответствуют аллювию горных областей, тогда как отложения остальных разрезов характерны для таковых равнинных территорий.

Таблица 2

Результаты датирования возраста погребенных почв пойм р. Белой
 The results of dating the age of buried soils of the Belaya River floodplains

Лаб. номер	Глубины отбора, см	Радиоуглеродный возраст, лет	Калиброванный возраст (календарный), кал.лет
Юлинка-1			
ЛУ-9643	30–35	590±80	590±50
ЛУ-9644	50–57	860±120	800±100
ЛУ-9645	190–200	980±40	880±50
Большая Белая			
ЛУ-9641	80–85	1080±80	1010±100
ЛУ-9642	205–210	7990±100	8850±140
Грива			
СО АН-9763	150–165	2440±70	2534±182
Понижение			
СО АН-9765	60–78	300±40	381±93
Белая			
ЛУ-9638	45–50	250±70	270±130
ЛУ-9639	85–90	1190±130	1110±130
ЛУ-9640	165–170	3240±120	3470±150

Динамика пойменно-русловых комплексов

Современная динамика пойменно-русловых комплексов показана на примере ключевого участка «Прижим» р. Китой (рис. 5). Участок расположен в районе предгорий с округлыми вершинами ступенчато-сводового поднятия Восточного Саяна (низкая морфоструктурная ступень) [2].

Долина р. Китой в пределах рассматриваемой территории характеризуется развитым террасово-пойменным комплексом. Морфодинамический тип русла определяется как сочетание врезанного и адаптированного разветвленно-извилистого типов. В долине выделяются следующие морфологические элементы пойменного массива, в котором определены низкая, высокая поймы с высотами до 4 м (возможно, занимающая переходное место между высокой поймой и первой террасой), комплекс террас плейстоценового возраста с высотами до 40 м.

Низкая пойма представлена двумя типами: наиболее молодой поверхностью, которая активно взаимодействует с паводковыми водами, затекающими как по ложбинам, так и непосредственно затопляющими прирусловые поверхности сверху, и участками более зрелой поверхности (рис. 3). Пространственное распределение этих поверхностей обусловлено морфодинамическими условиями участка, который расположен на стыке относительно прямолинейного и разветвленно-извилистого участков. Более динамичные участки низкой поймы заняты пионерной растительностью, для менее динамичных характерно появление кустарниковых ассоциаций. Растительность высокой поймы отражает региональные черты, присущие долинным комплексам горной тайги.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
 Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

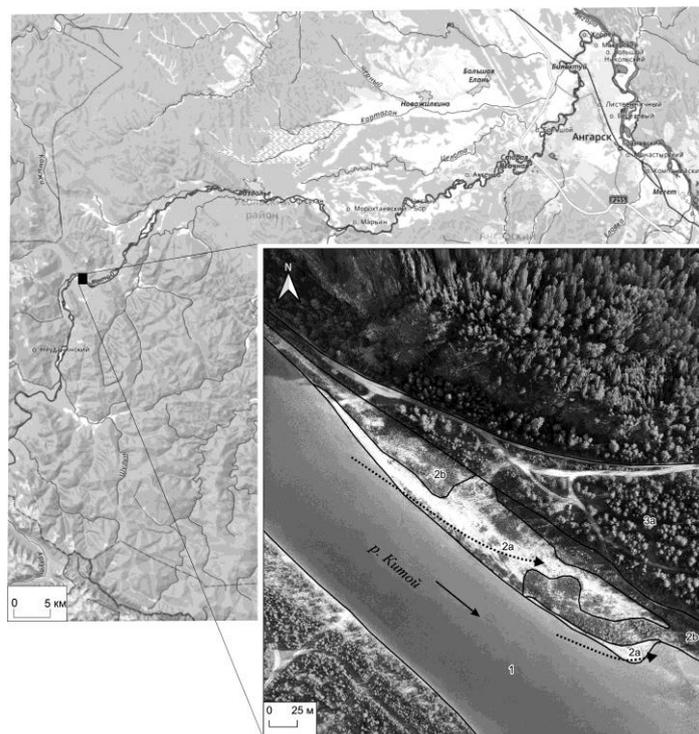


Рис. 5. Типы пойменных комплексов р. Китой, участок «Прижим»

Условные обозначения: 1 – русло; низкая пойма: 2а – активно взаимодействующая с руслом поверхность (высоты над урезом до 1 м) с гривисто-ложбинным рельефом с разомкнутыми пионерными группировками ив (*Salix microstachya*, *S. rhamnifolia*) с тополем (*Populus laurifolia*) и облепихой (*Hippophaer hamnoides*) с редким участием трав (*Oxytropis coerulea*, *Festuca rubra*, *Artemisia monostachya*) на валунно-галечно-песчаном аллювии; 2б – относительно стабильная поверхность (высоты над урезом до 1,5 м) с гривисто-ложбинным рельефом с молодыми тополево-ивово-облепиховыми зарослями с всходами сосны (*Pinus sylvestris*) и редким участием трав (*Galatella dahurica*, *Artemisia monostachya*, *Gentianopsis barbata*) на валунно-галечно-песчаном аллювии; 3а – высокая пойма (высота над урезом до 3 м) ложбинно-островного типа с тополево-сосновым с лиственницей (*Larix sibirica*) и подростом ели (*Picea obovata*) кустарниковым (*Duschekia fruticosa*, *Rosa acicularis*) разнотравно (*Rubus saxatilis*, *Galium boreale*)-злаковым (*Brachypodium pinnatum*) лесом на аллювиальной серогумусовой почве. Номенклатура растений приводится по сводке «Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения)» [8]. Стрелкой показано направление течения, пунктирными стрелками – направления потоков в периоды половодья и паводков на поверхности низкой поймы

Fig. 5. Types of floodplain complexes of the Kitoy River, 'Prizhim' site

Legend: 1 – channel; low floodplain: 2a – surface actively interacting with the channel (elevation up to 1 m) with ridged-trough relief and disconnected pioneer groups of willows (*Salix microstachya*, *S. rhamnifolia*) with poplar (*Populus laurifolia*) and sea buckthorn (*Hippophaer hamnoides*) with rare herbs (*Oxytropis coerulea*, *Festuca rubra*, *Artemisia monostachya*) on boulder-pebble-sand alluvium; 2b – relatively stable surface (elevation up to 1.5 m) with ridged-trough relief and young poplar-willow-buckthorn bushes with seedlings of pine (*Pinus sylvestris*) and rare grasses (*Galatella dahurica*, *Artemisia monostachya*, *Gentianopsis barbata*) on boulder-pebble-sandy alluvium; 3a – high floodplain (height above the waterline is up to 3 m) of trough-island type with poplar-pine with larch (*Larix sibirica*) and undergrowth of spruce (*Picea obovata*), brushwood (*Duschekia fruticosa*, *Rosa acicularis*), mixed grass (*Rubus saxatilis*, *Galium boreale*) and cereal (*Brachypodium pinnatum*) forest on alluvial gray-humus soil. The nomenclature of plants is given according [8]. The arrow shows the direction of flow; the dotted arrows show the directions of flows during high water and floods on the surface of the low floodplain

Заключение

В пределах бассейнов левобережных притоков р. Ангары отмечены следующие черты, определяющие общности строения рельефа и функционирования речных долин:

1) определенная синхронность колебания максимального стока, характерная для рассмотренных бассейнов. Выделено шесть периодов изменения водности на рассматриваемых реках;

2) тесная зависимость распространения пойменно-русловых типов от морфоструктурной неоднородности.

В то же время строение отложений даже в пределах одной долины, как показал анализ состава и строения пойменных массивов р. Белой, указывает на различную динамику

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

пойменно-руслых комплексов и рельефа в целом. Выявление сходств 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 перирогенных зон. Проведенный анализ ландшафтной структуры р. Китой показывает, что пространственная дифференциация растительности хорошо отражает динамику стока воды и может служить важным индикатором для определения зон мобильности прирусловых комплексов.

Комплексный анализ изучения трансформации долинных комплексов, динамики русловых деформаций в различные временные периоды, направленности процессов эрозии и аккумуляции, выявление специфических признаков террасовых и пойменно-руслых комплексов и их систематизация по региональным группам позволят определить общие и специфические черты развития рельефа, указать особенности осадконакопления в пределах обширных геоморфологически разнородных территорий.

Список источников

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru> (дата обращения: 23.02.2021).
2. Атлас Иркутской области: Экологические условия развития / ред. В.В. Воробьев, А.Н. Антипов, В.Ф. Хабаров. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН; М.: Роскартография, 2004. 90 с.
3. Беркович К.М. Географический анализ антропогенных изменений русловых процессов. М.: ГЕОС, 2001. 164 с.
4. Беркович К.М., Злотина Л.В., Рязанов П. Н. Эволюционный ряд островных и прирусловых природных территориальных комплексов верхней Оби // Вестник Московского университета. Сер. геогр. 1983. № 2. С. 82–86.
5. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 296 с.
6. Голубцов В. А., Опекунова М. Ю. Строение и хронология формирования пойменных отложений рек бассейна р. Белая (Верхнее Приангарье) // Геоморфология. 2022. Т. 53. № 4. С. 42–55. doi: 10.31857/S0435428122040046.
7. Кичигина Н.В. Опасность наводнений на реках Байкальского региона // География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 45–51. doi: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(41-51).
8. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / [В.В. Чепинога [и др.]; под ред. Л.И. Малышева. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. 327 с.
9. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. 355 с.
10. Махинов А.В. Современное рельефообразование в условиях направленной аккумуляции. Владивосток: Дальнаука, 2006. 232 с.
11. Назаров Н.Н., Фролова И.В., Черепанова Е.С. Антропогенные факторы и современное формирование пойменно-русловых комплексов // Географический вестник. Физическая география и геоморфология. 2012. № 1(20). С. 31–41.
12. Опекунова М.Ю. Типизация пойменно-русловых комплексов Верхнего Приангарья // Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования: мат. Межд. науч.-практ. конф., посвященной памяти чл.-кор. РАН А.Н. Антипова (23–27 сентября 2019 г.). Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2019. С. 216–219.
13. Опекунова М.Ю., Атутова Ж.В. Типизация долинных комплексов реки Белая (Верхнее Приангарье) // Известия Иркутского государственного университета. 2019. Т. 30. С. 76–89. doi: 10.26516/2073-3402.2019.30.76.
14. Опекунова М.Ю., Биличенко И.Н., Кобылкин Д.В., Голубцов В.А. Динамика долинных геосистем р. Китой // Географический вестник. 2018. № 1(44). С. 5–16.
15. Опекунова М.Ю., Макаров С.А. Стихийные бедствия на реках юга Иркутской области в 2019 г.: геоморфологический аспект // География и природные ресурсы. 2019. № 5. С. 77–82. doi: 10.21782/GiPR0206-1619-2019-5(77-82).
16. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Чернов А.В. Основные этапы формирования пойм равнинных рек Северной Евразии // Геоморфология. 2011. № 3. С. 20–31.
17. Сурков В.В. Ярусность природных территориальных комплексов как функция русловых гидрологических процессов // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 372. С. 197–202.
18. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 608 с.
19. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 3. Антропогенные воздействия. Опасные проявления и управление русловыми процессами. М.: Изд-во КРАСАНД, 2019. 640 с.
20. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: ООО «Крона», 2009. 684 с.
21. Шаликовский А.В., Лепихин А.П., Тиунов А.А., Курганович К.А., Морозов М.Г. Наводнения в Иркутской области 2019 года // Водное хозяйство России. 2019. № 6. С. 48–65. doi: 10.35567/1999-4508-2019-6-4.
22. Bazhenova O.I., Bardash A.V., Makarov S.A., Opekunova M.Y., Tukhta, S.A., Tyumentseva, E.M. The Functioning of Erosion-channel Systems of the River Basins of the South of Eastern Siberia // Geosciences. 2020. Vol. 10(5). P. 176–186. doi: 10.3390/geosciences10050176.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

23. Bridgland D.R. and Westaway R. 2007 Preservation patterns of Late Cenozoic fluvial deposits and their implications: Results from IGCP 449; *Quat. Int.* № 189. P. 5–38.
24. Charlton R. *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. Routledge, London, 2008. 234p.
25. Layzell A.L., Eppes M.C., Johnson B. G., Diemer J.A. Post-glacial range of variability in the Conejos River Valley, southern Colorado, USA: fluvial response to climate change and sediment supply // *Earth Surface Processes and Landforms* 37(11), P. 1189–1202.
26. Опекунова М.Ю., Атутова Ж. В. Modern Transformation Factors for Floodplain-Channel Complexes in the Upper Angara Region // *Geography and Nature research* (2019) 40: 275.
27. R-ArcticNETV.4.0. A regional, electronic, hydrographic data network for the Arctic region [Электронный ресурс]. URL: <https://www.r-arcticnet.sr.unh.edu> (дата обращения: 23.02.2021).

References

1. Automated information system for state monitoring of water bodies (AIS GMVO), available at: <https://gmvo.skniivh.ru> (Access: 23 February 2021).
2. Vorobyov, V.V., Antipov, A.N. and Khabarov, V.F. (ed.) (2004), *Atlas Irkutskoj oblasti: Jekologicheskie uslovija razvitiija* [Atlas of the Irkutsk region: Ecological conditions of development], Irkutsk: Publishing House of the Institute of Geography SB RAS, Moscow, Russia.
3. Berkovich, K.M. (2001), *Geograficheskij analiz antropogennyh izmenenij ruslovyh processov* [Geographical analysis of anthropogenic changes in channel processes], Publishing house GEOS, Moscow, Russia.
4. Berkovich, K.M., Zlotina, L.V., Rjazanov, P.N. (1983), Evolutionary series of insular and near-channel natural territorial complexes of the upper Ob, *Vestnik Mosk. un-ta. Seriya geograficheskaya*, no. 2, pp. 82–86.
5. Golosov, V.N. (2006), *Jerozionno-akkumuljativnye processy v rechnyh bassejnah osvoennyh ravnin* [Erosion-accumulative processes in river basins of developed plains], GEOS, Moscow, Russia.
6. Golubcov, V.A., Opekunova, M.Ju. (2022), Stroenie i hronologija formirovaniija pojmnennyh otlozhenij rek bassejna r. Belaja (Verhnee Priangar'e), *Geomorfologija*, vol. 53, no. 4, pp. 42–55. doi: 10.31857/S0435428122040046.
7. Kichigina, N.V. (2018), Flood risk on the rivers of the Baikal region, *Geografija i prirodnye resursy*, no. 2, pp. 45–51. doi: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(41-51).
8. Malysheva, L.I. (ed.) (2008), *Konspekt flory Irkutskoj oblasti Konspekt flory Irkutskoj oblasti (sosudistye rastenija)* [Check-list of the flora of the Irkutsk region (vascular plants)], Irkut Publishing House. state un-ta, Irkutsk, Russia.
9. Makkaveev, N.I. (2003), Ruslo reki i jerozija v ee bassejne [River bed and erosion in its basin], *Geograficheskij fakul'tet MGU*, Moscow, Russia.
10. Mahinov, A.V. (2006), *Sovremennoe rel'efoobrazovanie v uslovijah napravlennoj akkumuljarii* [Modern relief formation under conditions of directional accumulation], Dal'nauka, Vladivostok, Russia.
11. Nazarov, N.N., Frolova, I.V., Cherepanova, E.S. (2012), Anthropogenic factors and modern formation of floodplain-channel complexes, *Geograficheskij vestnik. Fizicheskaja geografija i geomorfologija*, no. 1(20), pp. 31–41.
12. Opekunova, M.Yu. (2019), Typization of floodplain-channel complexes of the Upper Angara region, *Geograficheskie osnovy i jekologicheskie principy regional'noj politiki prirodopol'zovanija* [Geographical foundations and ecological principles of regional environmental] *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Corr. RAS A.N. Antipov*, Irkutsk, Russia, pp. 216–219.
13. Opekunova, M.Yu., Atutova, Zh.V. (2019), Typification of the valley complexes of the Belaya River (Upper Angara region), *Izvestija Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta*, vol. 30, pp. 76–89. doi: org/10.26516/2073-3402.2019.30.76.
14. Opekunova, M.Yu., Bilichenko, I.N., Kobylkin, D.V., Golubcov, V.A. (2018), Dynamics of the valley geosystems of the Kitoy river, *Geograficheskij vestnik. Fizicheskaja geografija i geomorfologija*, no. 1(44), pp. 5–16.
15. Opekunova, M.Yu., Makarov, S.A. (2019), Natural disasters on the rivers of the south of the Irkutsk region in 2019: geomorphological aspect, *Geografija i prirodnye resursy*, no. 5, pp. 77–82. doi: 10.21782/GiPR0206-1619-2019-5(77-82).
16. Panin, A.V., Sidorchuk, A.Ju., Chernov, A.V. (2011), The main stages in the formation of floodplains of the lowland rivers of Northern, *Geomorfologija*, vol. 3, pp. 20–31.
17. Surkov, V.V. (2013), Layering of natural territorial complexes as a function of channel hydrological processes, *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 372, pp. 197–202.
18. Chalov, R.S. (2008), *Ruslovedenie: teorija, geografija, praktika. T. 1: Ruslovyje processy: faktory, mehanizmy, formy projavlenija i uslovija formirovaniija rechnyh rusel* [Ruslovedenie: theory, geography, practice. V. 1: Channel processes: factors, mechanisms, forms of manifestation and conditions for the formation of river channels], LKI Publishing House, Moscow, Russia.
19. Chalov, R.S. (2019), *Ruslovedenie: teorija, geografija, praktika. T. 3: Antropogennye vozdejsvija. Opasnye projavlenija i upravlenie ruslovyimi processami* [Riverbed studies: theory, geography, practice. V. 3: Anthropogenic impacts. Hazardous Manifestations and Management of Channel Processes], Publishing House KRASAND, Moscow, Russia.
20. Chernov, A.V. (2009), *Geografija i geojekologicheskoe sostojanie rusel i pojmn rek Severnoj Evrazii* [Geography and geoecological state of channels and floodplains of the rivers of Northern Eurasia], Krona, Moscow, Russia.
21. Shalikovskij, A.V., Lepihin, A.P., Tiunov, A.A., Kurganovich, K.A., Morozov, M.G. (2019), Floods in the Irkutsk region in 2019", *Vodnoe hozjajstvo Rossiii*, no. 6, pp. 48–65. doi: 10.35567/1999-4508-2019-6-4.
22. Bazhenova, O.I., Bardash, A.V., Makarov, S.A., Opekunova, M.Y., Tukhta, S.A., Tyumentseva, E.M. (2020), The Functioning of Erosion-channel Systems of the River Basins of the South of Eastern Siberia, *Geosciences*, vol. 10(5), pp. 176–186. doi: 10.3390/geosciences10050176.
23. Bridgland, D.R., Westaway, R. (2007), Preservation patterns of Late Cenozoic fluvial deposits and their implications. Results from IGCP 449, *Quaternary International*, vol. 189, pp. 5–38.
24. Charlton, R. (2008), *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*, Routledge, London, UK.
25. Layzell, A.L., Eppes, M. C., Johnson, B.G., Diemer, J.A. Post-glacial range of variability in the Conejos River Valley, southern Colorado, USA: fluvial response to climate change and sediment supply", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 37(11), pp. 1189–1202.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Опекунова М.Ю., Голубцов В.А., Кичигина Н.В., Вантеева Ю.В.

26. Opekunova, M.Yu., Atutova, Zh.V. (2019), Modern Transformation Factors for Floodplain-Channel Complexes in the Upper Angara Region. *Geography and Nature research*, no. 40, pp. 275–285.

27. R-ArcticNETV.4.0. A regional, electronic, hydrographic data network for the Arctic region, available at: <https://www.r-arcticnet.sr.unh.edu> (Accessed 23 February 2021).

Статья поступила в редакцию: 28.07.2022; одобрена после рецензирования: 01.12.2022; принята к опубликованию: 06.03.2023.

The article was submitted: 28 July 2022; approved after review: 1 December 2022; accepted for publication: 6 March 2023.

Информация об авторах

Information about the authors

Марина Юрьевна Опекунова

кандидат географических наук, старший научный сотрудник
 лаборатории геоморфологии,
 Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;
 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

Marina Yu. Opekunova

Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher,
 Laboratory of Geomorphology,
 V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS;
 1, Ulanbatorskaya St., Irkutsk, 664033, Russia

e-mail: opek@mail.ru

Виктор Александрович Голубцов

кандидат географических наук, старший научный сотрудник
 лаборатории геохимии почв и географии ландшафтов,
 Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;
 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

Viktor A. Golubtsov

Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher,
 Laboratory of Soil Geochemistry and Landscape Geography,
 V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS;
 1, Ulanbatorskaya St., Irkutsk, 664033, Russia

e-mail: tea_88@inbox.ru

Наталья Витальевна Кичигина

кандидат географических наук, старший научный сотрудник
 лаборатории гидрологии и климатологии,
 Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;
 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

Natalya V. Kichigina

Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher,
 Laboratory of Hydrology and Climatology,
 V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS;
 1, Ulanbatorskaya St., Irkutsk, 664033, Russia

e-mail: nkichigina@mail.ru

Юлия Владимировна Вантеева

кандидат географических наук, научный сотрудник
 лаборатории теоретической географии,
 Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;
 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

Yulia V. Vanteeva

Candidate of Geographical Sciences, Researcher, Laboratory of
 Theoretical Geography,
 V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS;
 1, Ulanbatorskaya St., Irkutsk, 664033, Russia

e-mail: ula.vant@mail.ru

Вклад авторов

Опекунова М.Ю. – идея, сбор, обработка материала, написание разделов: Введение, Заключение, Зонирование пойменно-русловых комплексов рек исследуемой территории.

Голубцов В.А. – идея, сбор и обработка материала, написание разделов: Введение, Заключение, Основные черты строения пойменных массивов и хронология формирования отложений.

Кичигина Н.В. – сбор и обработка материала, написание разделов Введение, Заключение, Пространственно-временная динамика гидрологических условий.

Вантеева Ю.В. – сбор и обработка материала, написание разделов: Введение, Заключение, Динамика пойменно-русловых комплексов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Marina Yu. Opekunova – the idea; collection and processing of material; writing of the sections Introduction, Conclusion, Zoning of floodplain-channel complexes of rivers in the study area.

Viktor A. Golubtsov – the idea; collection and processing of material; writing of the sections Introduction, Conclusion, Main features of the structure of floodplain massifs and the chronology of the deposit formation.

Natalya V. Kichigina – collection and processing of material; writing of the sections Introduction, Conclusion, Spatio-temporal dynamics of hydrological conditions.

Yulia V. Vanteeva – collection and processing of material; writing of the sections Introduction, Conclusion, Dynamics of landscapes of floodplain-channel complexes.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.