



Серия «Науки о Земле»

2025. Т. 54. С. 72–86

Онлайн-доступ к журналу:

<http://izvestiageo.isu.ru/ru>

ИЗВЕСТИЯ

Иркутского
государственного
университета

Научная статья

УДК 504.454/551.435.126 (571.53/.55)
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.54.72>

Гидролого-геоморфологическое районирование устыевої области реки Селенги

М. В. Павлов*

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

Е. А. Ильичёва

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия
Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Рассматриваются фундаментальные вопросы гидрологии и раздела динамической геоморфологии, изучающие взаимодействие текучих вод с подстилающей поверхностью и динамики рельефа в контактной зоне речного потока и принимающего водоема на примере дельты р. Селенги. Для выделения внешних границ устьевой области р. Селенги, определяемых морфоструктурными особенностями побережья, приводится интегральная схема, объединяющая различные классификации побережий, типов устьев и геолого-тектонических предпосылок их развития в уникальных условиях побережий Байкала. С позиций гидрологической и геоморфологических концепций проведены природные границы современной и древней частей устьевой области р. Селенги, внутри которых последовательно выделяются приустьевой или придельтовый район, вершина дельты, субаэральная и субаквальная ее части, участок взморья и приустьевого пространства оз. Байкал. Для устьевой области Селенги разработана комбинированная гидролого-геоморфологическая схема районирования и экспликация, в которой производится сравнение положения гидрологических и геоморфологических районов по принципиальным схемам В. Н. Михайлова и В. Н. Коротаева с авторскими уточнениями. Цель данного исследования заключается в обосновании границ субаэральной и субаквальной частей дельты и дифференциации субаэральной дельты на зоны, формирующиеся при лимитирующих друг друга факторах стока реки и уровня приемного водоема. Внутренние границы субаэральной дельты проведены на основе междисциплинарного подхода с учетом специфики динамики озерного края и гидрографической системы и ландшафтно-геоморфологических условий развития современной дельты р. Селенги.

Ключевые слова: устьевая область, дельта выдвижения, районирование, гидрология, геоморфология, Селенга.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (№ 25-27-00229 «Роль пойменно-террасовых комплексов в распределении и аккумуляции стока дельты р. Селенги»).

Для цитирования: Павлов М. В., Ильичёва Е. А. Гидролого-геоморфологическое районирование устьевой области реки Селенги // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2025. Т. 54. С. 72–86.
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.54.72>

Hydrological and Geomorphological Regionalization of the Selenga River Mouth Area

M. V. Pavlov*

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russian Federation

E. A. Ilicheva

*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russian Federation
Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The article examines fundamental issues in hydrology and the branch of dynamic geomorphology that studies the interaction of flowing waters with the underlying surface and the dynamics of relief in the contact zone between a river flow and a receiving reservoir, using the Selenga River Delta as an example. The Selenga River Mouth area has the outer boundaries, which are determined by the morphostructural features of the coast. An integrated scheme is presented, combining various classifications of coasts, types of river mouths, and the geological and tectonic prerequisites for their development in the unique conditions of the Baikal coast. From the standpoint of hydrological and geomorphological concepts, the natural boundaries of the modern and ancient parts of the Selenga River Mouth region are drawn, within which the deltaic region, the delta head, its subaerial and subaqueous parts, the coastal area, and the delta space of Lake Baikal are successively distinguished. For the mouth area of the Selenga River, a combined hydrological-geomorphological zoning scheme and explication have been developed, in which the position of hydrological and geomorphological regions is compared according to the fundamental schemes by V. N. Mikhailov and V. N. Korotaev with the author's reflections. The aim of this study was to substantiate the boundaries of the subaerial and subaqueous parts of the delta and to differentiate the subaerial delta into zones formed by mutually limiting factors of river flow and the level of the receiving reservoir. The internal boundaries of the subaerial delta are drawn on the basis of an interdisciplinary approach, taking into account the specific dynamics of the lake margin region and the hydrographic system and the landscape-geomorphological conditions of the development of the protruding Selenga River Delta.

Keywords: river mouth area, protruding delta, regionalization, hydrology, geomorphology, Selenga.

For citation: Pavlov M.V., Ilicheva E.A. Hydrological and Geomorphological Regionalization of the Selenga River Mouth Area. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2025, vol. 54, pp. 72-86. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.54.72> (in Russian)

Введение

Концепцию устьев рек как «специфического географического комплекса» предложил И. В. Самойлов [1952], ввел понятие «устьевая область реки» (УОР), которая формируется под воздействием «особых» устьевых процессов, происходящих в различных природных условиях, и объяснил общие закономерности развития географического ландшафта устьевой области. Им впервые разработана морфолого-генетическая типизация устьев крупных рек, основанная на идеях И. С. Щукина о дельтах выполнения и выдвижения [Щукин, 1938], и выделены районы в устьевой области по интенсивности взаимодействия речных и морских условий: приустьевой участок реки, устьевой и предустьевое взморье.

С точки зрения деятельности волн как ведущего фактора при создании и изменении берегов и прибрежных зон, В. П. Зенкович [1962] классифицировал берега на абразионные, аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные

при взаимодействии четырех природных сред: гидросфера, литосфера, биосфера и атмосфера. Влияние стока воды и наносов рек на динамику и морфологию морских берегов он учитывал как подчиненный фактор.

Морфогенетические классификации типов берегов Мирового океана и методические подходы к характеристике лито- и морфодинамических процессов в различных физико-географических условиях были разработаны на основе исследований экзогенных субаэральных и тектонических процессов, волновой активности и стока наносов крупных рек. Морфогенетические классификации включают потамогенные берега, созданные преимущественно неволновой деятельностью, а за счет стока наносов рек. Потамогенные берега развиваются на ограниченных участках побережья и обозначаются как дельтовые и берега аллювиальных равнин [Карта ..., 1977].

Отечественные классические научные исследования устьевых процессов и формирования берегов основываются на учениях И. П. Щукина, В. П. Зенковича, И. В. Самойлова и др. Монография Б. С. Залогина и Н. А. Родионова [1969] и атласы-монографии [Эстуарно-дельтовые ..., 2007; Атлас ..., 2017 и др.] обобщили опыт гидрологических, геоморфологических и геологических исследований устьевых областей крупных рек. Монографии [Гидрология ..., 2004; Атлас ..., 2009; Гидрология ..., 2010; Происхождение ..., 2013; Устья ..., 2013] подробно рассматривают палеогеоморфогенез, гидрологию, опасные гидрологические явления и водохозяйственные вопросы в устьевых областях рек Кубани, Дунай, Волги, Пур, Таз, Лены и Яны.

В зарубежной литературе устья рек типизируют как объекты исследования, формирующиеся в переходной зоне между сушей и морем в условиях взаимодействия соленых и пресных вод и приливно-отливных явлений. Устья подразделяются на развивающиеся в сторону моря (дельты выдвижения или protruding deltas) и образующие погружающиеся заболоченные равнины и эстуарии, созданные трансгрессией морей вверх по долине реки, полигенетическими устьевыми расширениями или заливами морей, отшнурованными барьерными барами. Главнейшей особенностью эстуариев является дефицит речных наносов для создания выдвигающейся дельты [Shepard, 1964; Leopold, Wolman, Miller, 1992]. Исследования иностранных коллег посвящены проблемам управления водными ресурсами и носят прикладной характер для принятия инженерных решений в целях природопользования [Geomorphic ..., 2015; Schneiders, 1997]. Решаются проблемы седиментации, развития дельт выдвижения [Zoccarato, Minderhoud, Teatini, 2018; Roles ..., 2019; Impacts ..., 2023] и моделирования стока воды и наносов [Predicting ..., 2020; Sedimentary ..., 2025].

Детальные междисциплинарные исследования устьевых областей рек позволяют провести внутренние границы районов со специфическими условиями взаимодействия текучих вод с подстилающей поверхностью в системе «река-море» при различных физико-географических и локальных природно-техногенных факторах. Научно обоснованные подходы к типизации и районированию УОР по гидролого-морфологическому и по геоморфологическому принципам предложены В. Н. Михайловым [Михайлов, Горин, 2012] и

В. Н. Коротаевым [2012]. При геоморфологическом подходе рассматривается субаэральная и субаквальная поверхности как части современной дельты, а также останцы древних пойменно-террасовых комплексов. Гидрологоморфологический подход учитывает прежде всего гидрографическую сеть и надводную часть дельты, формирующиеся при определенных гидрологических условиях. Наша цель заключается в определении гидрологоморфологических границ устьевой области р. Селенги как единой геосистемы на основе междисциплинарного подхода и дифференциации современной дельты выдвижения на подзоны.

Объект и материалы исследования

Дельта р. Селенги располагается на восточном побережье оз. Байкал в Прибайкальской горной области в межгорном понижении между Баргузинской и Хамар-Дабанской провинциями гор Южной Сибири и трансформирует сток воды и наносов с бассейна площадью 447 060 км². Средний объем стока в замыкающем створе (разъезд Мостовой) составлял 27 км³ в многоводные годы и на треть меньше в маловодный период с 2000 по 2019 г. Среднегодовой расход воды варьирует от 883 до 913 м³/с. Сток наносов составляет от 1,7 до 2,7 млн т/год, максимальный наблюдаемый объем стока наносов (1947–1967 гг.) отмечался в 1961 г. и составил 2,9 млн т.

В дельте ярко выражен интразональный ландшафт на фоне южных и западных склонов Хамар-Дабана с темнохвойными лесами гор Южной Сибири. Преобладает растительность, свойственная долинам рек, с затапливамыми поймами, лугами и сухими степями. Климат района резко континентальный с большими сезонными колебаниями температур, смягчаемый водными массами Байкала. С позиций морфоструктурного строения Байкальской рифтовой зоны дельта р. Селенги и нижнее течение располагаются в Усть-Селенгинской впадине байкальского типа и части Селенгино-Итанцинской впадины забайкальского типа. Геолого-тектоническая история впадины и ее заполнение флювиально-лимническими отложениями связана с развитием Байкальской рифтовой зоны [Logatchev, Zorin, 1987; Mats, 1993; Upper …, 2004].

Интегральная схема типизации берегов и устьев притоков Байкала подробно рассмотрена в работе [Ильичёва, Павлов, 2022] и показывает взаимосвязь между положительными или отрицательными элементами морфоструктуры побережий Байкала с порядком речной системы, морфогенетическим типом устьев, геометрией и типом берегов и характером взморья для выделения внешних природных границ устьевой области р. Селенги.

Наклонная дельтовая равнина простирается на площади более 1200 км². Со стороны суши впадина обрамлена крупными морфоструктурными элементами Морского хребта и Хамар-Дабана с относительными высотами до 800 м. В пределах равнины в рельефе выражены тектонические блоки: Истокско-Твороговское поднятие и Кударинская ступень, являющиеся наиболее контрастными элементами поднятого рельефа, возвышающегося до 40 м над Калтусным и, непосредственно, Дельтовым прогибами. Современная дельта

р. Селенги выдвигается в акваторию Байкала за генеральную линию берега на 20 км и по площади занимает территорию в два раза меньшую, чем Усть-Селенгинская впадина. Береговая линия дельты динамична и регулируется работой Иркутской ГЭС. Фланговые части дельты осложнены тектоническими лиманами (заливы Провал и Черкалов Сор), образованными в результате землетрясений [The formation ..., 2012]. Высоты в современной дельте не превышают 3 м и приурочены к пойменно-террасовым комплексам, формирующимся с позднего голоцена и на современном этапе дельтоформирования. Более древние озерно-аллювиальные террасы располагаются по бортам долины.

Для выделения районов в устьевой области Селенги использовались принципиальные схемы гидролого-морфологического районирования по В. Н. Михайлову [Михайлов, Горин, 2012] и районирования устьевой геоморфологической системы по В. Н. Коротаеву [2012], а также схема гидрографической сети и геоморфологического районирования УОР Селенги [Иванов, Коротаев, Лабутина, 2007]. В работе проводится сравнение принципов выделяемых районов и уточнение природно-обусловленных границ.

Материалами для уточнения границ послужили доступные на интернет-ресурсах топографические основы и материалы дистанционного зондирования Земли¹⁹ за период зарегулированного режима приемного бассейна, геологические карты и тектонические и геоморфологические схемы ВСЕГЕИ, а также материалы собственных наблюдений авторов. Топографические карты, космоснимки, тематические схемы привязывались в единую систему координат и географическую проекцию, после чего были оцифрованы необходимые для работы элементы, затем был произведен сравнительный гидролого-геоморфологический анализ плановых и морфометрических характеристик выделяемых зон и форм рельефа. На заключительном этапе построена комбинированная карта-схема гидролого-геоморфологического районирования устьевой области р. Селенги.

Результаты и обсуждения

Учитывая классификационные признаки интегральной схемы типизации берегов и устьев притоков Байкала [Ильчёва, Павлов, 2022] (табл. 1), Селенгинский участок представляет собой аккумулятивное потамогенное побережье, формирующееся преимущественно при взаимодействии текучих вод и наносов реки с ограничивающим их развитие фактором уровняного режима и волновой деятельности приемного водоема, за счет которого образуются цепь окаймляющих морских баров на обширном отмелом взморье. Дельтовый тип устьевой системы образован в Усть-Селенгинской межгорной впадине байкальского типа, заполняемой наносами р. Селенги с развитой речной системой (VII–VIII порядок в зависимости от масштаба карт [Horton, 1945; Strahler, 1952]).

На основе схем сейсмотектонического районирования, а также ландшафтных принципов и подходов к выделению границ котловин байкальского

¹⁹ SASGIS. URL: <http://www.sasgis.ru/> (дата обращения: 01.07.2025).

типа нами обозначены границы Усть-Селенгинской впадины (рис.). Граница впадины на правобережье Селенги повторяет рисунок тектонических сбросовых нарушений западного предгорья Морского хребта и определяет положение наклонной поверхности грабена Кударинской ступени. В рельефе сбросовые уступы слабо прослеживаются под гравитационными отложениями склонов. На севере впадина отделена продолжением ступенчатой системы сбросов от Дуланских увалов, которые подпираются структурой Малосухинского надвига. Сейсмогенный сброс залива Провал осложняет северную оконечность Дельтового синклинального прогиба. Положение прогиба определяется активными тектоническими разломами, формой и резко углубляющимся залеганием фундамента в сторону Южно-Байкальской впадины. Дельтовый прогиб граничит с Истокско-Твороговским поднятием по однотипному разлому.

Интегральная схема типизации берегов и устьев притоков Байкала

Таблица 1

Динамич- ский тип берега [Зенкович, 1962]	Морфогенетический тип берега [Карта … , 1977]		Характер взморья, уклон, град. [Атлас … , 2001]	Геометрия берега [Уфимцев, 2009]	Морфогенетич- еский тип устьевой системы, порядок речной системы по Хортону – Стралеру [Ми- хайлов, 2018; Horton 1945; Strahler, 1952]	Мор- фострук- турные особенно- сти побе- режья
Абразион- ный	Структурный	Созданные неволновой деятельностью	Особо при- глубый, более 3,8–4	Бухтовый, ровный	Эстuarный; Эстуарно- дельтовый. V и VI	Отроги и склоны глыбовых хребтов (горсты), плато
	Структурно- денудацион- ный		Приглубый, 3–4	Ровный	Простой; Многорукав- ный. II	
Аккумуля- тивный	Потамогенный	Созданные волновой деятельностью	Отмелый, менее 1,3	Ровный	Дельтовый; Эстуарно- дельтовый. VI и VII	Межгор- ные впа- дины байкаль- ского типа (грабены)
	Формирую- щийся волно- выми процес- сами			Ровный	Простой; Псевдodelты. III–V	Малые межгор- ные впа- дины и грабен- троги
Абразион- но- аккумуля- тивный	Полигенетиче- ский	Созданные волновой деятельностью	Переходный от отмелого к приглубому, 1,3–3,8 (3,5)	Бухтовый, ровный	Не выделяется	
	В суходолах					

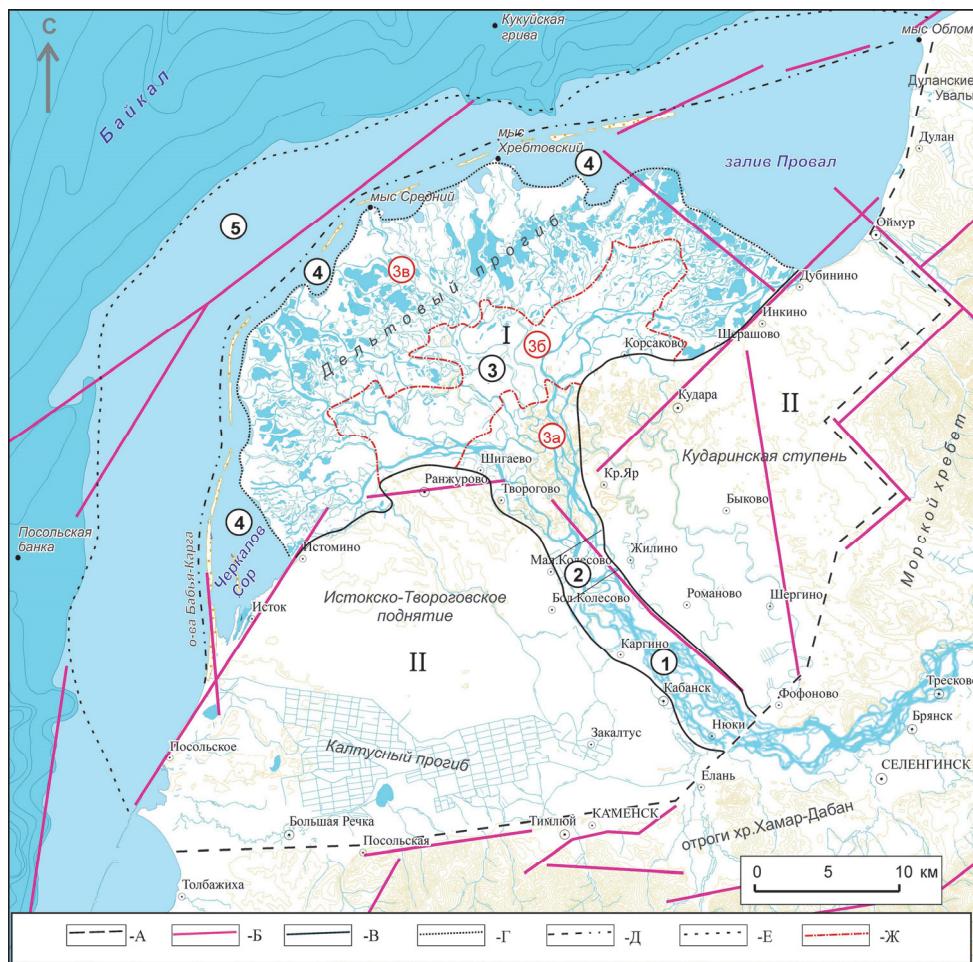


Рис. Гидролого-геоморфологическое районирование устьевой области р. Селенги.

Устьевая область реки: I – современная, II – древняя.

Элементы современной УОР: 1 – устьевой участок реки; 2 – вершина дельты (ВД); 3 – субаэральная дельта: 3а – привершинная, 3б – центральная, 3в – периферийная; 4 – субаквальная дельта на взморье (устьевая зона приемного водоема); 5 – предустьевое пространство оз. Байкал. Границы: А – древний УОР; Б – разрывных нарушений различных генетических типов; В – современной УОР; Г – озерного края дельты; Д – субаквальной (авандельты) и субаэральной частей дельты; Е – предустьевого пространства оз. Байкал; Ж – границы периферийной, центральной и привершинной частей субаэральной дельты

Границы впадины в акватории Байкала можно выделить с некоторой долей условности: по рельефу дна, изогипсам положения фундамента на суше и обозначенным в геологических материалах разломам, перекрытых толщой воды и более чем трехкилометровой толщиной осадков, перекомпенсирующих отрицательную форму впадины. Визуально граница фиксируется по 50-метровой изобате, отграничивающей пологонаклонную поверхность предустьевого пространства озера от свала глубин по склону дельтового конуса. В целом сложная структура впадины в плане, в обозначенных выше границах, вытянута в

северо-восточном направлении по оси Посольского сора к мысу Облом и простирается на 80 км при ширине 42 км.

Усть-Селенгинская впадина имеет мезо-кайнозойский возраст образования, учитывая геолого-тектоническую структуру Калтусного прогиба с юрскими отложениями в основании. Современный рельеф впадины представлен флювиальной морфоскульптурой, образованной в течение плейстоцена и голоцен, которая контролируется морфоструктурными условиями, созданными движениями земной коры в мезозое и обновленными рифтогенезом в новейший тектонический этап, а также современными тектоническими проявлениями.

Таким образом, мы разделяем обширную дельтовую равнину, согласно В. Н. Коротаеву, на две зоны: относящиеся к древнему (средний неоплейстоцен-голоцен) озерно-аллювиальному и тектоническому этапу формирования и к современному, наблюдаемому в настоящее время, при котором ведущими факторами экзоморфолитогенза являются зарегулированный уровень Байкала и сток воды и наносов.

В сравнении концепций геоморфологического и гидролого-морфологического районирований предлагается к рассмотрению табл. 2, где приняты обе точки зрения с учетом специфики устьевой области р. Селенги.

Таблица 2
Совмещенная схема районирования устьевых областей с примером УОР Селенги

Гидролого-морфологический подход	Геоморфологический подход. Устьевая геоморфологическая система	Гидролого-геоморфологическое районирование устьевой области р. Селенги
Устьевой участок реки	Придельтовый участок речной долины	Придельтовый участок речной долины от Фофоновской кристаллической перемычки (с. Фофоново) до вершины дельты (с. Жилино – с. Малое Колесово). Тектоническая граница нижнего течения реки и устьевой области
Вершина дельты (ВД)	Вершина дельты	Вершина дельты Первый узел бифуркации, где происходит разделение стока на Твороговское и Краснояровское направления стока (по одноименным названиям населенных пунктов), в период зарегулированности произошла смена руслого процесса
Дельта современная от ВД до озерного края дельты (ОКД)	Субаэральная поверхность: от ВД до озерного края дельты: активная и отмершие части	Субаэральная поверхность от ВД до ОКД: Поздне-голоценовый и новейший пойменно-террасовый комплекс с активными русловыми деформациями, осложненный эоловыми формами рельефа. Подразделяется на периферийную, центральную и привершинную части

Окончание табл. 2

Гидролого-морфологический подход	Геоморфологический подход. Устьевая геоморфологическая система	Гидролого-геоморфологическое районирование устьевой области р. Селенги
Устьевая зона приемного водоема. Зона смещения водных масс реки и приемного водоема)	Субаквальная поверхность от ОКД до морских баров (авандельта). Зона смены речного седиментогенеза на шельфовый (прибрежно-морской тип седиментогенеза)	Субаквальная поверхность. Устьевая зона приемного водоема представлена мелководным взморьем, ограниченным от акватории Байкала цепью подводных и надводных песчаных баров. В зону включены тектонические лиманы Провал и Черкалов сор, заполняющиеся за счет речных наносов, здесь отмечается выдвижение тела дельты
	Предустьевое пространство моря	Предустьевое пространство оз. Байкал распространяется на дистанцию более 5 км, с постепенным снижением глубин до 50 м, после чего фиксируется свал глубин
Приемный водоем	Склон	Склон

Устьевая область р. Селенги с позиций В. Н. Михайлова представлена многорукавной дельтой выдвижения, развивающейся на отмелом взморье. Современная дельта состоит из верхней надводной части аккумулятивного конуса выноса, подверженного влиянию руслоформирующей деятельности реки. В состав современной дельты не включаются подводная часть прибрежной зоны и толща аллювиальных древних дельтовых отложений.

С точки зрения концепции геоморфологии устьевых систем [Коротаев, 2012] УО р. Селенги включает субаэральную дельтовую равнину с активной и отмершей ее частью и субаквальную мелководную платформу или авандельту и морские бары, объединенные по ведущему рельефообразующему процессу. Непосредственно УО р. Селенги авторы работы [Иванов, Коротаев, Лабутина, 2007] считают устьевой геосистемой довольно редкого морфогенетического типа – дельтой выдвижения на отмелом устьевом взморье со свалом глубин, оконтуренной по внешнему краю цепью береговых баров. Для определения границ устьевой геоморфологической системы р. Селенги необходимо рассматривать границы, в которых устье развивалось на всем протяжении геологической истории объекта исследований, какими являются площадные границы Усть-Селенгинской впадины (см. рис., табл. 2), морфологические границы взморья в акватории Байкала, а также литологические границы в толще отложений, выделяя современный и древние этапы рельефоформирования.

К древней части УОР Селенги относится озерно-аллювиальный комплекс террас на обоих бортах долины, непосредственно не участвующих в современном рельефоформировании дельты (см. рис., II). Современная дельта занимает положение в понижении Дельтового прогиба между поднятыми блоками Кударинской ступени и Истокско-Твороговского поднятия (см. рис., I).

Устьевой участок реки (см. рис., I) (придельтовый) простирается на 15 км вниз по течению от тектонически обусловленного резкого поворота русла Селенги на северо-запад в районе выхода кристаллических пород, так

называемой фофоновской перемычки у одноименного села до с. Малое Колесово. На нижней границе устьевого участка реки выделен главный узел бифуркации – вершина дельты. Вершина дельты (см. рис., 2) характеризуется сменой руслового процесса: с островной многорукавности на свободное меандрирование, разделение речного стока, сконцентрированного в едином русле. Ниже магистральные и второстепенные протоки дельты прорезают ранее сформированные позднеголоценовые пойменно-террасовые комплексы и распределяют и перераспределяют сток на Твороговское и Краснояровское направления. На этом участке происходит основная невязка баланса речного стока в условиях разветвленного русла за счет берегового регулирования стока в пойменных комплексах и рыхлых отложениях межрукавных пространств.

Субаэральная дельта (см. рис., 3) – наиболее обширная территория современной устьевой области, подвергающаяся частым сезонным затоплениям периферийного пояса как за счет высоких уровней Байкала, так и в результате подпора речных вод с подъемом уровня грунтовых вод. Озерный край дельты динамичен, и его выдвижение обусловлено взаимодействием разнонаправленных факторов: уровня приемного водоема и стоком воды и наносов в различные периоды водности. В этом районе выделяются привершинная (см. рис., 3а), центральная (см. рис., 3б) и периферийная (см. рис., 3в) зоны субаэральной дельты. Признаками дифференциации зон послужили постепенная смена ландшафтов [Шуичева, Гагаринова, Павлов, 2015], изменение возраста образования пойменно-русловых комплексов и их гипсометрии [Формирование …, 2020], пространственное распределения стока и руслоформирующих наносов вниз по течению от ВД к озерному краю [Controls …, 2016].

Площадь привершинной зоны составляет 112 км^2 с абсолютными отметками бровок пойм от 462 до 459 м, формировавшихся в последние 4 тыс. лет по настоящее время. Русла проток сложены валунно-галечно-гравийным материалом. Ландшафты межрукавных пространств представлены древесными сообществами. В периоды высокой водности отмечаются подтопления поверхностей пойм. На границе с центральной зоной происходит второе распределение стока уже на три направления по Селенгинскому, Среднеустьевскому и Лобановскому секторам.

Центральная зона (см. рис., 3б) характеризуется постепенной сменой древесной растительности на кустарниковую, гравийно-песчаными, реже галечными руслоформирующими наносами и возрастом пойм от 1 тыс. лет до современности. Абсолютные высоты двухметровых пойм находятся в пределах 457,5–458,5 м. Площадь зоны составляет 162 км^2 . Поймы подвержены затоплениям в результате выхода речных вод за счет совместного влияния повышенной водности и подпора со стороны Байкала.

Площадь периферийной зоны (см. рис., 3в) динамична и изменяется от 332 до 257 км^2 в зависимости от уровня приемного водоема, стока и аккумуляции наносов в устьевых участках проток. Русла сложены песчано-илистыми наносами, поймы низкие до 1 м, затапливаемые как Байкалом, так

и речными водами. Периферийная зона – наиболее молодая и развивающаяся часть дельты на самых низких отметках. Межрукавные пространства представлены заболоченными лугами и тростниковых зарослями. Редко встречается кустарниковая растительность. Озера в понижениях рельефа чутко реагируют на уровень приемного водоема, за счет чего при высоких уровнях резко увеличивается их площадь и многочисленные протоки образуют в устьях собственные субдельты, заполняя озерные котловины наносами, создавая предпосылки для выдвижения. Озерный край дельты при различных сочетаниях уровня и стока воды и наносов выдвигается в авндельту, смыкаясь с барами, образует лагуны.

Авндельта, или субаквальная часть (см. рис., 4) располагается в узком пространстве между озерным краем и цепью морских баров, образованных за счет аккумуляции речных наносов и вдольберегового переноса озерных наносов. К этому району мы относим также мелководные тектонические заливы Провал и Черкалов сор. Предустьевое пространство (см. рис., 5) оз. Байкал морфологически прослеживается до изобаты в 50 м, здесь происходит смена речного седиментогенеза на озерный.

Выводы

Гидролого-геоморфологическое районирование рассматривает устьевую область р. Селенги в границах Усть-Селенгинской тектонической впадины, в которой выделяются современная и древняя ее части. Древняя часть в настоящее время играет опосредованную роль в дельтоформировании и в основном служит локальным источником поступления наносов в современную гидрографическую сеть за счет размыва древних террас и эолового переноса. Современная субаэральная дельта и субаквальная ее часть, включающая мелководное взморье, ограниченное от акватории Байкала морскими барами, представляют единую геосистему, развивающуюся в текущий момент времени при определенных сочетаниях уровня приемного водоема, волнового воздействия и стока воды и наносов. В пределах авндельты аккумулируются речные наносы, создавая условия для развития фитогенных берегов мелководий и, как следствие, фланговых выдвижений субаэральной дельты. Субаэральная дельта подразделяется на зоны по изменению геоморфологических, ландшафтных и гидрологических условий формирования, постепенно сменяющихся от вершины дельты к озерному краю. Также в этих зонах затопления и подтопления обусловлены сочетанием морфологии днища долины, составом пойменно-русловых отложений, уровенным режимом Байкала, подпором речных вод и подъемом уровня грунтовых вод и периодом водности. Устьевая область Селенги стремится к восстановлению профилей равновесия и в целом равновесному состоянию, перераспределяя сток в участки с наименьшими отметками, заполняя их наносами, выравнивая рисунок береговой линии под лимитирующие условия приемного водоема.

Список литературы

Атлас озера Байкал: Прибрежная часть. № 65064 / Гл. упр. навигации и океанографии М-ва обороны РФ. М., 2001. 130 с.

- Атлас русловой морфодинамики Нижней Волги / под ред. В. Н. Коротаева, Д. Б. Бабича, Р. С. Чалова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2009. 232 с.
- Атлас: Морфодинамика устьевых систем крупных рек Арктического побережья России / под ред. В. Н. Коротаева, Г. И. Рычагова, Н. А. Римского-Корсакова. М. : АПР, 2017. 148 с.
- Геометрический рисунок берегов озера Байкал / Г. Ф. Уфимцев, Т. Г. Потемкина, Т. М. Сковитина [и др.] // География и природные ресурсы. 2009. № 4. С. 56-61.
- Гидрология дельты Дуная / под ред. В. Н. Михайлова. М. : ГЕОС. 2004, 448 с.
- Гидрология дельты и устьевого взморья Кубани / под ред. В. Н. Михайлова, Д. В. Магрицкого, А. А. Иванова. М. : ГЕОС, 2010. 728 с.
- Залогин Б. С., Родионов Н. А. Устьевые области рек СССР. М. : Мысль. 1969. 312 с.
- Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М. : Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
- Иванов В. В., Коротаев В. Н., Лабутина И. А. Морфология и динамика дельты р. Селенги // Вестник Московского университета. Серия 5, География, 2007. № 4. С. 48–54.
- Ильичёва Е. А., Павлов М. В. Природные факторы формирования устьев притоков Байкала // География и природные ресурсы. 2022. Т. 43, № 5. С. 83–91. <https://doi.org/10.15372/GIPR20220509>
- Карта типов берегов и побережий Мирового океана / О. К. Леонтьев, С. А. Лукьянова, Л. Г. Никифоров [и др.] // Рельеф и ландшафты. М. : Изд-во МГУ, 1977. С. 116–126.
- Коротаев В. Н. Очерки по геоморфологии береговых и устьевых систем: Избранные труды. М. : Геогр. факультет МГУ, 2012. 540 с.
- Михайлов В. Н., Горин С. Л. Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей – эстуариев // Водные ресурсы. 2012. Т. 39, № 3. С. 243–257.
- Михайлов В. Н., Михайлова М. В., Магрицкий Д. В. Основы гидрологии устьев рек : учеб. пособие. М. : Триумф, 2018. 316 с.
- Происхождение и развитие дельты реки Лены / Д. Ю. Большиянов, А. С. Макаров, В. Шнайдер [и др.]. СПб. : ААНИИ. 2013. 268 с.
- Самойлов И. В. Устья рек. М. : Географгиз, 1952. 526 с.
- Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидрологоморфологические процессы и опасные гидрологические явления / под ред. В. Н. Михайлова. М. : ГЕОС, 2013. 703 с.
- Формирование пойм дельты реки Селенги / Е. А. Ильичева, М. В. Павлов, Б. Макклерой [и др.] // География и природные ресурсы. 2020. Т. 41, № 5(164). С. 113–119. [https://doi.org/10.2178/GIPR0206-1619-2020-5\(113-119\)](https://doi.org/10.2178/GIPR0206-1619-2020-5(113-119))
- Щукин И. С. Общая морфология суши. Л. : Объед. науч.-техн. изд-во НКТП СССР, 1938. Т.2. 460 с.
- Эстуарно-дельтовые системы России и Китая: гидрологоморфологические процессы, геоморфология и прогноз развития / под ред. В. Н. Коротаева, В. Н. Михайлова, Д. Б. Бабича [и др.]. М. : ГЕОС, 2007. 445 с.
- Controls on gravel termination in seven distributary channels of the Selenga River Delta, Baikal Rift basin, Russia / T. Y. Dong, J. A. Nittrouer, H. Ma [et al.] // Geological Society of America Bulletin. 2016. Vol. 128, N 7. P. 1297–1312. <https://doi.org/10.1130/B31427.1>
- Geomorphic Approaches to Integrated Floodplain Management of Lowland Fluvial Systems in North America and Europe / eds.: P. F. Hudson, H. Middelkoop. New York : Springer-Verlag, 2015. 356 p.
- Horton R. E. Erosional Development of Streams and their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology // Geol. Soc. Amer. Bull. 1945. N 56. P. 275–370.
- Ilyicheva E. A., Gagarinova O. V., Pavlov M. V. Hydrologo-geomorphological analysis of landscape formation within the Selenga River Delta // Geography and Natural Resources. 2015. Vol. 36, N 3. P. 263–270. <https://doi.org/10.1134/S1875372815030063>
- Impacts of Tectonic Subsidence on Basin Depth and Delta Lobe Building / T. Y. Dong, J. A. Nittrouer, B. Carlson [et al.] // Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 2023. Vol. 128, N 2. <https://doi.org/10.1029/2022jf006819>
- Leopold L. B., Wolman M. G., Miller J. P. Fluvial processes in Geomorphology. 2nd ed. New York : Dover Publications, 1992. 562 p.

- Logatchev N. A., Zorin Y. A.* Evidence and causes of the two-stage development of the Baikal rift // *Tectonophysics*. 1987. Vol. 143, N 1-3. P. 225–234. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(87\)90092-8](https://doi.org/10.1016/0040-1951(87)90092-8)
- Mats V. D.* The structure and development of the Baikal rift depression // *Earth Science Review*. 1993. Vol. 34, N 2. P. 81–118. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(93\)90028-6](https://doi.org/10.1016/0012-8252(93)90028-6).
- Predicting Water and Sediment Partitioning in a Delta Channel Network Under Varying Discharge Conditions / T. Y. Dong, J. A. Nittrouer, H. Ma [et al.] // *Water Resources Research*. 2020. Vol. 56, N 11. P. e2020WR027199. <https://doi.org/10.1029/2020WR027199>
- Roles of Bank Material in Setting Bankfull Hydraulic Geometry as Informed by the Selenga River Delta, Russia / T. Y. Dong, J. A. Nittrouer, H. Ma [et al.] // *Water Resources Research*. 2019. Vol. 55, N 1. P. 827–846. <https://doi.org/10.1029/2017WR021985>
- Schneiders R. K.* Flooding the Missouri valley: the politics of dam site selection and design // *Great Plains Quarterly*. 1997. Vol. 17, N 3/4. P. 237–249. <http://www.jstor.org/stable/23533209>
- Sedimentary characteristics and models of submarine fans in the Meishan Formation on the north slope of the Ledong Sag, Qiongdongnan Basin / H. Yang, M. Hu, Q. Cai [et al.] // *Oil & Gas Geology*. 2025. Vol. 46, N 2. P. 550–566. <https://doi.org/10.11743/ogg20250214>
- Shepard F. P.* Submarine Geology. 2nd ed. New York : Harper and Row, 1964. 557 p.
- Strahler A. N.* Hypsometric (area – altitude) analysis of erosional topography // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1952. Vol. 63. P. 1117–1142.
- The formation of Proval Bay as an episode in the development of the Baikal rift basin: A case study / A. A. Shchetnikov, Y. B. Radziminovich, E. G. Vologina, G. F. Ufimtsev // *Geomorphology*. 2012. Vol. 177–178. P. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.07.023>
- Upper Cretaceous – Cenozoic clay minerals of the Baikalian region (Eastern Siberia) / V. D. Mats, T. K. Lomonosova, G. A. Vorobyova [et al.] // *Applied Clay Science*. 2004. Vol. 24, N 3–4. P. 327–336. DOI: 10.1016/j.clay.2003.08.008
- Zoccarato C., Minderhoud, P., Teatini P.* The role of sedimentation and natural compaction in a prograding delta: insights from the mega Mekong delta, Vietnam // *Scientific Reports*. 2018. P. 8. Art. 11437. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31218>

References

- Atlas ozera Baikal: Pribrezhnaya chast. N 65064* [Atlas of Lake Baikal: Coastal Part. No. 65064]. Moscow, Main Directorate of Navigation and Oceanography of the Ministry of Defense of the Russian Federation Publ., 2001, 130 p. (in Russian)
- Atlas ruslovoi morfodinamiki Nizhnei Volgi* [The Lower Volga channel morphodynamics]. Eds. V.N. Korotaev, D.B. Babich, R.S. Chalov. Moscow, Moscow University Publ., 2009, 232 p. (in Russian)
- Atlas: Morfodinamika ustevykh sistem krupnykh rek Arkticheskogo poberezh'ya Rossii* [Atlas: Morphodynamics of the mouth systems in huge rivers of the Russian arctic coast]. Eds. V.N. Korotaev, G.I. Rychagov, N.A. Rimskiy-Korsakov. Moscow, APR Publ., 2017, 148 p.
- Ufimtsev G.F., Potemkina T.G., Skovitina T.M. et al. Geometricheskii risunok beregov ozera Baikal [Geometric pattern of the shores of Lake Baikal]. *Geografiya i prirod. Resursy* [Geography and Natural Resources], 2009, no. 4, pp. 56–61. (in Russian)
- Gidrologiya delty Dunaya* [Hydrology of the Danube Delta]. Ed. by V.N. Mikhailova. Moscow, GEOS Publ., 2004, 448 p. (in Russian)
- Gidrologiya delty i ustevogo vzmoriya Kubani* [Hydrology of the Kuban Delta and Estuary Coastal area]. Eds. V.N. Mikhailov, D.V. Magritskii, A.A. Ivanov. Moscow, GEOS Publ., 2010, 728 p. (in Russian)
- Zalogin B.S., Rodionov N.A. *Ustevye oblasti rek SSSR* [River estuaries of the USSR]. Moscow, Mysl Publ., 1969, 312 p. (in Russian)
- Zenkovich V.P. *Osnovy ucheniya o razvitiu morskikh beregov* [Fundamentals of the theory of coastal development]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1962, 710 p. (in Russian)
- Ivanov V.V., Korotaev V.N., Labutina I.A. *Morfologiya i dinamika del'ty r.Selengi* [Morphology and dynamics of the Selenga Delta]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya* [The Bulletin of Moscow State University. Series Geography], 2007, no. 4, pp. 48–54 (in Russian)

- Il'icheva, E.A., Pavlov M.V. Prirodnye faktory formirovaniya ust'ev prito-kov Baikala [Natural factors in the formation of the mouths of the Baikal tributaries]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], 2022, vol. 43, no. S5, pp. 83-91. <https://doi.org/10.15372/GIPR20220509>
- Leont'ev O.K., Luk'yanova S.A., Nikiforov L.G. et al. Karta tipov beregov i poberezhii Mirovogo okeana [Map of the types of shores and coastlines of the World Ocean]. *Relief i landshafty* [Relief and landscapes]. Moscow, Moscow State University Publ., 1977, pp. 116-126. (in Russian)
- Korotaev V.N. *Otcherki po geomorfologii beregovykh i ustevykh system: Izbrannye trudy* [Essays of geomorphology of river mouth and coastal systems: Selected works]. Moscow, Faculty of Geography, MSU Publ., 2012, 540 p. (in Russian)
- Mikhailov V.N., Gorin S.L. Novye opredeleniya, raionirovanie i tipizatsiya ust'evykh oblastei rek i ikh chastei – estuariev [New definitions, zoning and classification of river mouth areas and their parts – estuaries]. *Vodnye resursy* [Water resources], 2012, vol. 39, no. 3, pp. 243-257. (in Russian)
- Mikhailov V.N., Mikhailova M.V. *Osnovy gidrologii ustiev rek* [Fundamentals of River Estuary Hydrology]. Textbook. Moscow, Triumf Publ., 2018, 316 p. (in Russian)
- Bolshyanov D.Yu., Makarov A.S., Shnaider V. et al. *Proiskhozhdenie i razvitiye delty reki Leny* [Origin and development of the Lena River Delta]. St. Petersburg, AANII Publ., 2013, 268 p. (in Russian)
- Samoilov I.V. *Ustiya rek* [River mouths]. Moscow, Geografgiz Publ., 1952, 526 p. (in Russian)
- Ustiya rek Kaspiiskogo regiona: istoriya formirovaniya, sovremennoye gidrologicheskie protsessy i opasnye hidrologicheskie yavlenii* [River mouths of the Caspian region: history of formation, modern hydrological – morphological processes and dangerous hydrological phenomena]. Ed. by V.N. Mikhailov. Moscow, GEOS Publ., 2013, 703 p. (in Russian)
- Ilicheva E.A., Pavlov M.V., Makkelroi B. et al. Formirovaniye poim delty reki Selengi [Formation of the floodplains of the Selenga River Delta]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2020, vol. 41, no. S5(164), pp. 113-119. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5\(113-119\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(113-119)) (in Russian)
- Shchukin I.S. *Obshchaya morfologiya sushi* [General morphology of land]. Leningrad, NKTP SSSR Publ., 1938, vol. 2, 460 p. (in Russian)
- Ehstuarno-deltovye sistemy Rossii i Kitaya: hidrologo-morfologicheskie protsessy, geomorfologiya i prognoz razvitiya* [Estuarine-delta systems of Russia and China: hydrological and morphological processes, geomorphology and development forecast]. Eds. V.N. Korotaev, V.N. Mikhailov, D.B. Babich. Moscow, GEOS Publ., 2007, 445 p. (in Russian)
- Dong T. Y., Nittrouer J. A., Ma H. et al. Controls on gravel termination in seven distributary channels of the Selenga River Delta, Baikal Rift basin, Russia. *Geological Society of America Bulletin*, 2016, vol. 128, no. 7, pp. 1297-1312. <https://doi.org/10.1130/B31427.1>
- Hudson P.F., Middelkoop H. (eds.) *Geomorphic Approaches to Integrated Floodplain Management of Lowland Fluvial Systems in North America and Europe*. New York, Springer-Verlag, 2015, 356 p.
- Horton R.E. Erosional Development of Streams and their Drainage Basins: Hydro-physical Approach to Quantitative Morphology. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1945, no. 56. pp. 275-370.
- Ilyicheva E.A., Gagarinova O.V., Pavlov M.V. Hydrologo-geomorphological analysis of landscape formation within the Selenga River Delta. *Geography and Natural Resources*, 2015, vol. 36, no. 3, pp. 263-270. <https://doi.org/10.1134/S1875372815030063>
- Dong T.Y., Nittrouer J.A., Carlson B. et al. Impacts of Tectonic Subsidence on Basin Depth and Delta Lobe Building. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 2023, vol. 128, no. 2. <https://doi.org/10.1029/2022jf006819>
- Leopold L.B., Wolman M.G., Miller J.P. *Fluvial processes in Geomorphology*. 2nd ed. New York, Dover Publications, 1992, 562 p.
- Logatchev N.A., Zorin Y.A. Evidence and causes of the two-stage development of the Baikal rift. *Tectonophysics*, 1987, vol. 143, no. 1-3, pp. 225-234. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(87\)90092-8](https://doi.org/10.1016/0040-1951(87)90092-8)
- Mats V.D. The structure and development of the Baikal rift depression. *Earth Science Review*, 1993, vol. 34, no. 2, pp. 81-118. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(93\)90028-6](https://doi.org/10.1016/0012-8252(93)90028-6)
- Dong T.Y., Nittrouer J.A., Ma H. et al. Predicting Water and Sediment Partitioning in a Delta Channel Network Under Varying Discharge Conditions. *Water Resources Research*, 2020, vol. 56, no. 11. pp. e2020WR027199. <https://doi.org/10.1029/2020WR027199>

- Dong T.Y., Nittrouer J.A., Ma H. et al. Roles of Bank Material in Setting Bankfull Hydraulic Geometry as Informed by the Selenga River Delta, Russia. *Water Resources Research*, 2019, vol. 55, no. 1. pp. 827-846. <https://doi.org/10.1029/2017WR021985>
- Schneiders R.K. Flooding the Missouri valley: the politics of dam site selection and de-sign. *Great Plains Quarterly*, 1997, vol. 17, no. 3/4, pp. 237-249. <http://www.jstor.org/stable/23533209>
- Yang H., Hu M., Cai Q. et al. Sedimentary characteristics and models of submarine fans in the Meishan Formation on the north slope of the Ledong Sag, Qiongdongnan Basin. *Oil & Gas Geology*, 2025, vol. 46, no. 2, pp. 550-566. <https://doi.org/10.11743/ogg20250214>
- Shepard F.P. Submarine Geology. 2nd. ed. New York, Harper and Row, 1964, 557 p.
- Strahler A. N. Hypsometris (area – altitude) analysis of erosional topography. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1952, vol. 63, pp. 1117-1142.
- Shchetnikov A.A., Radziminovich Y.B., Vologina E.G., Ufimtsev G.F. The formation of Proval Bay as an episode in the development of the Baikal rift basin: A case study. *Geomorphology*, 2012, vol. 177-178, pp. 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.07.023>
- Mats V.D., Lomonosova T.K., Vorobyova G.A. et al. Upper Cretaceous – Cenozoic clay minerals of the Baikalian region (Eastern Siberia). *Applied Clay Science*, 2004, vol. 24, no. 3–4. pp. 327-336. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2003.08.008>
- Zoccarato S., Minderhoud, P., Teatini P. The role of sedimentation and natural com-paction in a prograding delta: insights from the mega Mekong delta, Vietnam. *Scientific Reports*, 2018, pp. 8: 11437. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31218>

Сведения об авторах

Павлов Максим Валерьевич
младший научный сотрудник,
лаборатория гидрологии и климатологии
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, Россия, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1
e-mail: maksimpavlov_v@mail.ru

Ильчёва Елена Анатольевна
кандидат географических наук,
старший научный сотрудник,
лаборатория гидрологии и климатологии
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, Россия, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1
доцент, кафедра гидрологии и
природопользования
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск,
ул. К. Марка, 1
e-mail: lenail3663@mail.ru

Information about the authors

Pavlov Maksim Valerievich
Junior Researcher Scientist,
Laboratory of Hydrology and Climatology
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
e-mail: maksimpavlov_v@mail.ru

Ilicheva Elena Anatolievna
Candidate of Sciences (Geography),
Senior Researcher;
Laboratory of Hydrology and Climatology
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
Associate Professor, Department of Hydrology
and Environmental Management
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: lenail3663@mail.ru

Коды научной специальности: 1.6.14, 1.6.16

Статья поступила в редакцию 03.11.2025; одобрена после рецензирования 11.12.2025; принятая к публикации 12.12.2025
The article was submitted November, 03, 2025; approved after reviewing December, 11, 2025; accepted for publication December, 12, 2025