

М.Ю. ОПЕКУНОВА, С.А. МАКАРОВ

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, opek@mail.ru, makarov@irigs.irk.ru

СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ НА РЕКАХ ЮГА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В 2019 Г.: ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Приведены результаты геоморфологических рекогносцировочных полевых исследований последствий паводков и наводнений на реках Иркутской области бассейна р. Ангары — Ии, Олхи, а также ряде притоков оз. Байкал. Рассмотрены три объекта, находящихся в разных геодинамических условиях: равнинный участок р. Ии (устье р. Гадалей—устье р. Азей), равнинный участок р. Олхи (пос. Олха), устьевые части притоков Байкала (район г. Байкальска). Проведена типизация русел и пойменно-русловых комплексов (ПРК) исследуемых рек. Отмечено высокое геоморфологическое разнообразие русловых типов в пределах территории исследования. Река Ия обладает врезанным, адаптированным, широкопойменным русловым типом, для р. Олхи характерно широкопойменное с извилистым или разветвленно-извилистым типом русла с преимущественно сегментным ровным типом поймы. Притоки Байкала (Солзан, Бабха, Безымянная) в нижнем течении и приустьевых частях характеризуются широкопойменным, адаптированными разветвленным и разветвленно-извилистым типами русла, часто с берегозащитными сооружениями. На основе сочетания морфодинамических русловых типов предварительно определены основные типы, степень взаимодействия паводочных вод и пойменно-русловых комплексов на различных участках. Отмечается, что для широкопойменных участков основным типом взаимодействия системы поток—ПРК стало затопление отрицательных форм пойменного рельефа, на участках адаптированного и врезанного русла произошло полное затопление пойм. Наиболее интенсивно, видимо, взаимодействие потока и ПРК проходило в зонах смены гидродинамического режима, морфодинамических типов русла. Определены типы экзогенных геоморфологических процессов, возникших или активизированных паводком.

Ключевые слова: экзогенные геологические процессы, пойменно-русловые комплексы, паводок, наводнение, морфодинамический тип русла, мониторинг, береговые деформации, чрезвычайные ситуации.

M.YU. OPEKUNOVA, S.A. MAKAROV

V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, opek@mail.ru, makarov@irigs.irk.ru

NATURAL DISASTERS ON THE RIVERS OF THE SOUTH OF IRKUTSK OBLAST IN 2019: GEOMORPHOLOGICAL ASPECT

This paper presents the results of geomorphological reconnaissance field studies of the effects of floods on the rivers of the Irkutsk oblast basin Angara — Iya (Angara river tributary), Olha (Irkut river tributary), as well as a number of tributaries of the lake Baikal. Were considered three sites located in different geodynamic conditions: Iya-river (Gadaley mouth—mouth Azey), Olkha, part of the tributaries of lake Baikal (near the Baikalsk). The typing of channels and complexes of the studied rivers is carried out. High geodiversity of channel types within the study area was noted. The river Iya has incised, adapted, wide floodplain-channel river channel type. Olha characterized wide floodplaine with a meandering or branched- meandering type of channel with mostly segmental flat floodplain type. Tributaries of lake Baikal (Solzan, Babkha, Bezumyannaya) in the lower reaches and are characterized by a wide-floodplain, adapted branched and branched-winding types of channel, often with shore- and selezaschitnymi designs. On the basis of a combination of morphodynamic channel types the basic types, degree of interaction of flood waters and floodplain-channel complexes on various sites are preliminary defined. It is noted that for the wide-floodplain areas the main type of interaction of the flow — floodplain-channel system was the flooding of negative forms of floodplain relief, in the areas of the adapted and embedded channel there was a complete flooding of floodplains. The most intensive, apparently, interaction of the flow and flow-floodplain-channel complexes, took place in the zones of change of the hydrodynamic regime, morphodynamic types of the channel. The types of exogenous geomorphological processes in river valleys arising or activated by the passage of the flood were determined.

Keywords: exogenous geological processes, floodplain-channel complexes, flood, morphodynamic type of channel, monitoring, river banks deformation, emergencies.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Паводки и связанные с ними наводнения неоднократно формировались на реках Иркутской области [1]. Информация о них за несколько веков сохранилась в исторических, краеведческих и научных изданиях [1–3]. В настоящее время один из ведущих факторов чрезвычайных ситуаций для южных районов Иркутской области — это наводнения [4], среди которых наиболее опасными являются дождевые паводочные [1, 4].

Чрезвычайные ситуации, сложившиеся летом 2019 г. в Иркутской области в результате прохождения паводков на реках, еще раз доказывают актуальность исследований, в том числе мониторинговых, процессов флювиального рельефообразования. Для изучения структуры и функционирования флювиальных систем как наиболее гибких и моментально откликающихся на природные и антропогенные факторы воздействия необходимы, по нашему мнению, и своевременные полевые геоморфологические наблюдения. Сбор фактического материала непосредственно в момент или сразу после прохождения катастрофического события дает более полное представление о спектрах и вариациях развития и взаимодействии различных экзогенных процессов, спровоцированных либо активизированных этими явлениями. Таким образом, максимальное владение информацией позволяет создавать прогнозные сценарии развития флювиальных систем при экстремальных условиях.

Прогноз погоды, составленный по данным карт прогноза (результаты глобальной модели ПЛАВ Гидрометцентра России и Института вычислительной математики РАН) на конец июня 2019 г., был достаточно серьезным. Начало сезона дождей прогнозировалось на 25 июня. В районе пос. Аршан ливневые осадки, которые могли вызвать паводки и селевые потоки на склонах хребта Тункинские Гольцы, ожидалось с большой вероятностью 27 июня 2019 г. в интервале с 9 до 15 ч местного времени. Прогноз не оправдался, так как циклон остановился и охватил преимущественно Тулунский и Нижнеудинский районы Иркутской области, где вызвал паводки на реках Ии, Уде, Оке и их притоках. Катастрофическое наводнение охватило центральную часть г. Тулун. Через месяц второй циклон повторно затронул те же самые районы, захватив при этом водосборные бассейны рек южного побережья оз. Байкал и нанеся ущерб г. Байкальску. Нам удалось провести ряд полевых наблюдений непосредственно во время и сразу после прохождения паводков в долинах рек Олхи, Ии, Солзана и др.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на значительной территории южной части Иркутской области — области контакта Алтае-Саянской горной области и Сибирской платформы [5]. Для равнинной части характерно распространение осадочных кембрийских, ордовиковских, юрских карбонатных, песчаных и песчаниково-галечниковых отложений. Горное обрамление слагают кристаллические метаморфические породы архейско-протерозойского возраста.

Согласно районированию по гидрологическим опасным явлениям, изучаемая территория относится к Иркутско-Черемховскому гидролого-морфологическому району [5], который характеризуется средневысоким уровнем половодья и высокими дождевыми паводками. Бассейны рек Ии, Олхи в нижнем течении принадлежат Приангарскому равнинному лесостепному и лесному маловодному району. Реки этого района имеют преимущественно снеговой тип питания, с преобладанием наибольшего стока в период весеннего половодья (апрель–май) и летнего паводка (июль). Выше по течению основных притоков левобережья широкой полосой располагается Присаянский лесной заболоченный и закарстованный район средней водности, переходный от горной области Восточного Саяна к платформенной части. Здесь преобладают реки с снегово-дождевым типом питания, весенним половодьем и паводками. Максимальный сезонный сток воды (45–55 %) и взвешенных наносов (45–55 %) приходится на летний период. Наиболее подвержены последствиям (воздействию) опасных гидрологических явлений (в период прохождения летних паводков) реки Ия и Олха, которые относятся к району рек с обеспеченностью опасными уровнями воды выше 50 и 30–50 % соответственно. Притоки оз. Байкал относятся к Саяно-Байкальскому гидролого-морфологическому району с обеспеченностью опасных уровней воды до 10 %.

Основная черта всех исследуемых речных долин — их транзитное положение: значительные части бассейнов рек Ии и Олхи находятся в горной области. Бассейны притоков оз. Байкал полностью расположены в пределах хр. Хамар-Дабан, исключая их нижнее течение, где реки пересекают Утуликско-Солзанскую наклонную равнину. Объектом исследований стали участки речных долин Ии и Олхи, находящиеся на равнинной местности, а также приустьевые участки рек Солзана, Бабхи, Безымянной.

Теоретической и методической основой наших исследований послужили разработки авторов отечественной школы русловедения МГУ Н.И. Маккавеева [6], Р.С. Чалова [7, 8], специалистов в области гидравлики пойм Н.А. Ржаницина [9], Н. Б. Барышникова [10], экологического русловедения — А.В. Чернова [11]. Согласно методическим указаниям [7, 8, 11], была проведена типизация морфодинамических русловых и пойменных типов рек в пределах изученных участков. Динамика пойменно-русловых комплексов оценивалась путем анализа геоизображений, исторических источников, фактических данных предыдущих исследований авторов [3, 12, 13].

Непосредственно полевые обследования русел рек выполнены с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Применялись квадрокоптеры (PHANTOM: 3 Professional, Advanced и 4 Pro), что позволило с высокой степенью достоверности качественно зафиксировать ситуацию в долинах рек и изменение среды при воздействии природных и техногенных факторов. В полетах использовали настройки, которые заложены в программное обеспечение квадрокоптеров: максимальная допустимая высота подъема до 500 м, дальность полета от точки взлета до 1000 м, что определялось условиями состояния радиосигнала с БПЛА. Эффективное полетное время работы над объектом составляло около 15 мин. Использование квадрокоптера имело много положительных сторон: высокое качество фотографий; возможность выполнять в процессе полета как плановую, так и перспективную фотосъемку; проведение фотосъемки на любой выбранной высоте (до 500 м); возможность запуска и посадки квадрокоптера с небольших площадок.

Таким образом, мы смогли оценить геоморфологическую обстановку территории непосредственно во время события, получить актуальную информацию, которую впоследствии сможем использовать для оценки динамики эрозионно-аккумулятивных экзогенных процессов и морфологии рельефа пойменно-русловых комплексов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сложность морфотектонического строения Иркутско-Черемховской равнины, наличие разнопорядковых разрывных нарушений, неоднородность литологического состава горных пород обусловили разнообразие морфодинамических типов русел речных долин. Наиболее ярко влияние этих факторов проявилось в сочетании широкопойменных, адаптированных, врезанных типов русла в пределах долин левобережных притоков р. Ангары [12].

Превышения водоразделов р. Ии на территории исследования варьируют от 100 до 130 м, средняя ширина русла не превышает 200 м, ширина поймы на широкопойменных участках достигает 8 км. При пересечении полей песчаников формируется широкопойменное извилистое русло со свободными и адаптированными излучинами. При пересечении рекой траппов триасового возраста формируются врезанный и адаптированный типы русла. В период прохождения второй волны летнего паводка были обследованы три участка в долине р. Ии. Первый участок расположен в окрестностях д. Гадалей, где получил развитие широкопойменный тип русла со свободным меандрированием. Во время второй волны паводка произошло затопление отрицательных форм пойменного микрорельефа — межрядовых понижений и ложбин в пределах сегментно-гвивистых и ложбинно-островных пойм (рис. 1, а).

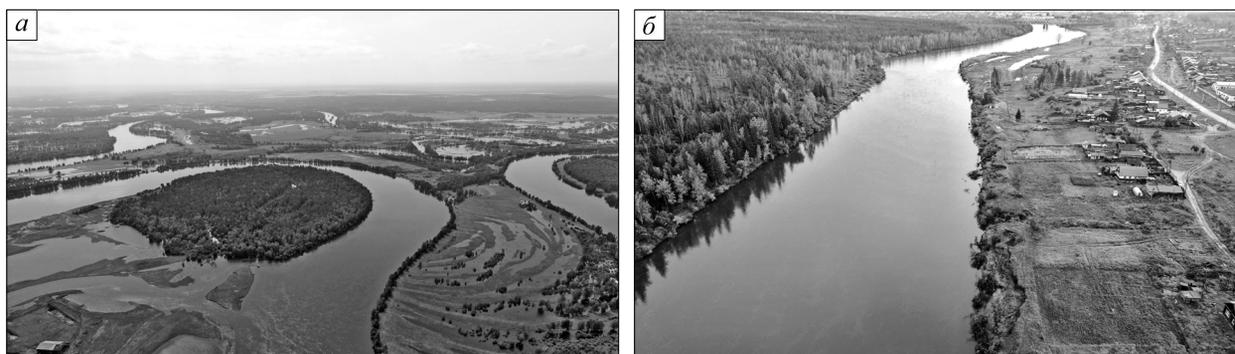


Рис. 1. Последствия паводков на р. Ие.

а — обводнение широкопойменного участка долины в окрестностях д. Гадалей (координаты съемки: 54°24'27.4218" с. ш., 100°43'23.1820" в. д., 2 августа 2019 г.); б — процессы разрушения и оползания в береговых участках, район гидропоста г. Тулуна (координаты съемки: 54°34'56.0344" с. ш., 100°37'27.6224" в. д., 6 сентября 2019 г.).

Второй участок — с развитием адаптированного типа русла, обследован южнее микрорайона Гидролизный г. Тулуна у насосной станции. Неширокая ровная пойма, в два-три раза превышающая ширину русла, здесь оказалась полностью обводненной. Чередование разных типов русла и пойм, смена емкости пойм оказывают влияние как на типы взаимодействия руслового и пойменных потоков, так и на виды эрозионно-аккумулятивных процессов [10, 14]. Так, садоводства, разместившиеся в шпорах адаптированных излучин, выше по течению от микрорайона Гидролизный, оказались в своеобразной ловушке. Здесь сужение долины после широкопойменного Гадалейского расширения долины р. Ии послужило дополнительным фактором, усилившим силу потока, который буквально смел все постройки. Подобные явления А.И. Смирновым [15] предложено называть «площадная речная эрозия». Под данным видом эрозии понимается плоскостной смыв речными водами строений и инженерных сооружений в периоды «бурных» скоротечных половодий и кратковременных естественных и искусственных паводков.

Непосредственно в районах г. Тулуна, наиболее пострадавших от наводнения, зафиксирована активизация эрозионных процессов в береговых уступах, в частности формирование трещин отседания, процессы обваливания, сползания блоков, линейного размыва (см. рис. 1, б).

Основные события на реках в районе г. Байкальска начали разворачиваться 28 июля 2019 г. На р. Солзана произошло разрушение технологического железобетонного моста. Коммуникации, которые находились с обеих сторон моста, сохранились. Причиной разрушения стал водный поток (рис. 2, в). Выше технологического моста была сформирована излучина разветленно-извилистого русла. Поток здесь огибал большой стабильный побочень у выпуклого левого берега и, отражаясь от противоположного берега, проходил прямо в месте расположения промежуточной мостовой опоры. Мощный водный поток размыл основание под промежуточной опорой, тем самым вызвал её деформацию и, как следствие, разрушение правобережной части моста. В паводок, вероятно, дополнительно сработал поток из протоки, расположенной у правого берега, увеличив мощность основного руслового потока.

В 2017–2018 гг. по рекомендации ученых русла ряда селевых рек очистили от древесной растительности во избежание образования древесно-кустарниковых заторов. Эта своевременная мера сыграла свою положительную роль: русловые потоки без задержки выносились в оз. Байкал. Зарастание долин этих рек древесной растительностью началось после 1971 г., когда на территории Прибайкалья прошли многочисленные сели и паводки, полностью очистив долины. За прошедшие 48 лет они преимущественно поросли тополем, осиной с ивой и ольхой. Сформировался маломощный почвенный горизонт. Во время прохождения паводка по долинам рек почву снесло в оз. Байкал, и на поверхность опять выступили валунно-галечниковые отложения. На многих реках зафиксирован врез русел в днищах долин на глубину до 1 м.

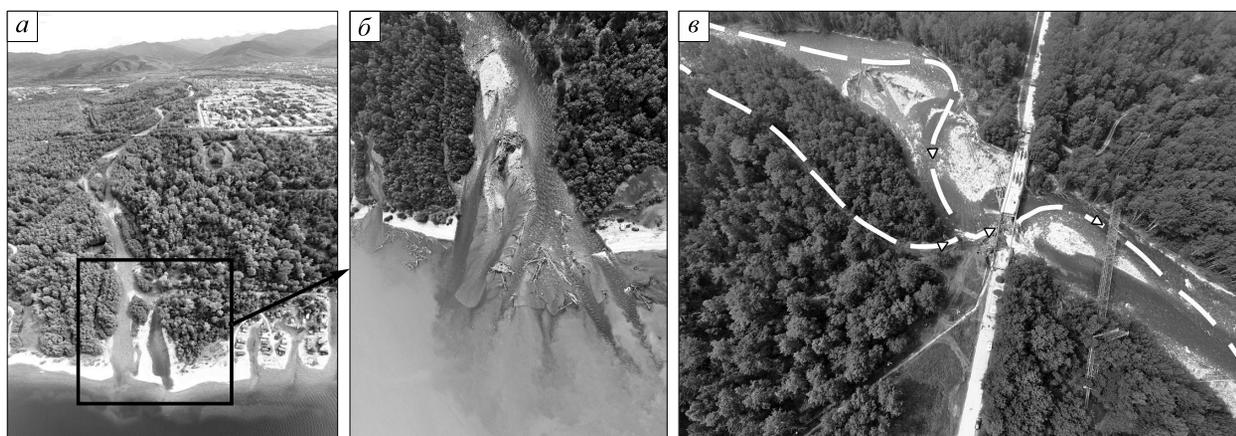
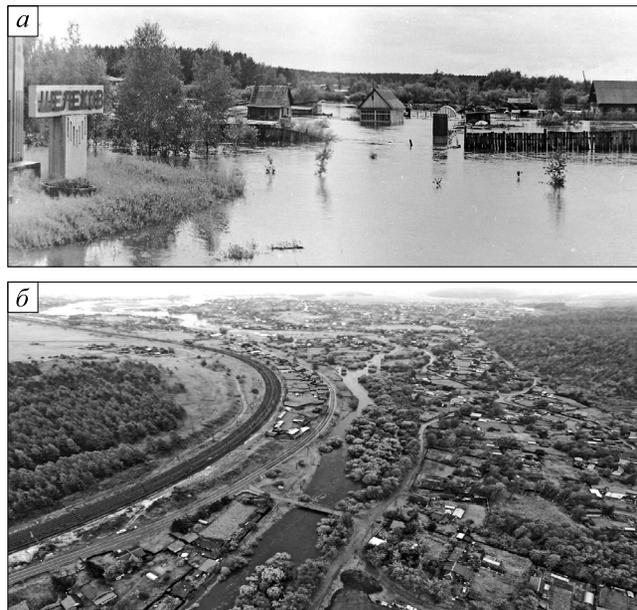


Рис. 2. Последствия паводка на р. Солзанае.

а, б — русловая морфодинамика в устьевой части реки (координаты съемки: 51°31'46.6418" с. ш., 104°9'27.5627" в. д.; съемка: *а* — 23 августа 2017 г., *б* — 31 июля 2019 г.); *в* — разрушенный технологический мост, белой штриховой линией показано направление водных потоков (координаты съемки: 51°31'24.6506" с. ш., 104°9'43.3299" в. д., 31 июля 2019 г.).

Рис. 3. Последствия паводков на р. Олхе.

а — наводнение на р. Олхе на окраине г. Шелехов, 9 июля 2001 г. (координаты съемки: 51°31'46.6418" с. ш., 104°9'27.5627" в. д.); *б* — прохождение паводка в пос. Олха, 29 июля 2019 г.



В устьях рек произошли существенные изменения. При сравнении съемок, выполненных в 2017 и 2019 гг. на р. Солзане, установлено: 1) в оз. Байкал было выброшено большое количество влекомых и взвешенных наносов, последние не аккумулировались в зоне прибрежного шельфа даже спустя четыре дня; 2) острова в устьях рек полностью были очищены от растительности; 3) протоки размыли острова и пляжи, сложенные галечно-гравийно-песчаными отложениями; 4) в оз. Байкал вынесло древесную растительность, которую прибило волной вдоль берега (см. рис. 2, *а, б*). Подобная картина наблюдалась и в устьях других притоков оз. Байкал.

Можно констатировать, что паводки не перешли в водокаменные сели, поскольку за короткое время не сложились условия для формирования сплывов по ложбинам стока на склонах. Сплывы в горах Хамар-Дабана при попадании в русло реки в большинстве случаев трансформируют паводок в селевой поток.

Выпадение осадков при прохождении второго циклона в Шелеховском районе Иркутской области вначале вызвало паводок на р. Олхе, который плавно спровоцировал наводнение в пос. Олха (рис. 3). Вода вышла на автомобильную дорогу и начала затоплять понижения поймы, где располагались приусадебные участки (см. рис. 3, *б*). Вблизи магистральной трассы Р-258 на въезде в г. Шелехов со стороны Иркутска затопило ряд садоводств. Предыдущее наводнение проходило здесь 7–8 июля 2001 г. Последствия были гораздо масштабнее, так как Иркут вызвал подпор воды в Олхе (см. рис. 3, *а*). В любом случае затопление территорий вызывает активизацию неблагоприятных для человека экзогенных процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Своевременные рекогносцировочные исследования позволяют оценить геоморфологическую обстановку территории непосредственно во время события, получить актуальную информацию, которую впоследствии можно использовать для оценки динамики эрозионно-аккумулятивных экзогенных процессов и морфологии рельефа пойменно-русловых комплексов.

Паводки, прошедшие на юге Иркутской области и вызвавшие в ряде мест наводнения, — закономерность или случайность? По нашему мнению, начало смены синоптической обстановки можно отнести к 2014 г., когда с хр. Тункинские Гольцы в районе пос. Аршан Республики Бурятия сошли катастрофические селевые потоки, равных которым по мощности не было в историческом прошлом [3]. В 2015 г. там же на р. Кынгаре прошел водокаменный сель [13]. В 2018 г. на р. Харимте юго-восточнее пос. Аршан прошел водокаменный сель, вызвавший перестройку речной сети. Эти факты можно интерпретировать как индикаторы начала переходного этапа от маловодной к водной фазе. В таком случае в ближайшее время следует ожидать резкой активизации экзогенных геологических процессов, связанной с активной циклонической деятельностью на территории юга Восточной Сибири. Исходя из вышесказанного, надо уделить особое внимание мониторинговым исследованиям процессов флювиального рельефообразования, в том числе опасных для человека.

Исследование выполнено при частичной поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области в рамках научного проекта № 17-45-388070-р_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Корытный Л.М., Кичигина Н.В., Напрасников А.Т.** Экстремальные гидрологические ситуации Сибири: географический аспект / Отв. ред. Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, И.С. Зайцева. — М.: Медиа-ПРЕСС, 2010. — С. 104–118.
2. **Иваньо Я.М.** Экстремальные природные явления исторического прошлого на территории Иркутской области. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1997. — 96 с.
3. **Макаров С.А.** Сели Прибайкалья. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2012. — 111 с.
4. **Кичигина Н.В.** Опасность наводнений на реках Байкальского региона // География и природ. ресурсы. — 2018. — № 2. — С. 45–51.
5. **Атлас.** Иркутская область: экологические условия развития. — М.; Иркутск: Роскартография, Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. — 90 с.
6. **Маккаев Н.И.** Русло реки и эрозия в ее бассейне. — М.: Геогр. факультет МГУ, 2003. — 355 с.
7. **Чалов Р.С.** Руслведение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. — М.: Изд-во ЛКИ, 2008. — 608 с.
8. **Чалов Р.С.** Руслведение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. — М.: Красанд, 2011. — 960 с.
9. **Ржаницын Н.А.** Руслоформирующие процессы рек. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 264 с.
10. **Барышников Н.Б.** Морфология, гидрология и гидравлика пойм. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 280 с.
11. **Чернов А.В.** География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. — М.: ООО «Крона», 2009. — 684 с.
12. **Опекунова М.Ю.** Типизация пойменно-русловых комплексов Верхнего Приангарья // Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти чл.-кор. РАН А.Н. Антипова (23–27 сент. 2019 г.). — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2019. — С. 216–219.
13. **Makarov S.A., Cherkashina A.A.** Debris flow morpholithogenesis in the central part of the Sayan-Baikal Stanovoi Highlands // Geography and Natural Resources. — 2019. — Vol. 40, N 1. — P. 54–62. DOI 10.1134/S1875372819010086.
14. **Зайцев А.А.** Некоторые результаты исследования соотношения руслового и пойменного потоков по двухслойной модели течения // Пойма и пойменные процессы / Под ред. Н.Б. Барышникова, Р.С. Чалова. — СПб.: Изд-во РГГМУ, 2006. — С. 83–94.
15. **Смирнов А.И., Ткачев В.Ф.** Инженерно-геологические условия строительства // Атлас Республики Башкортостан. — Уфа: ГУП ГРУ «Башкортостан», 2005. — С. 66–68.

Поступила в редакцию 09.09.2019

Принята к публикации 09.09.2019