

МОРФОДИНАМИЧЕСКИЕ ТИПЫ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК ВЕРХОВЬЯ РЕКИ ИРКУТ

Безгодова О.В.

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
г. Иркутск, Российская Федерация
ola.bezgodova.23@yandex.ru*

В статье рассмотрены факторы формирования и морфодинамические типы русел малых рек верховья р. Иркут. Получена карта-схема морфодинамических типов русел и собраны основные морфометрические показатели малых рек. Установлен доминирующий тип русел – врезанные извилистые; широкопойменный извилистый и разветвленно-извилистые типы в среднем и нижнем течении приурочены к участкам наледообразования; адаптированный тип развит на флювиогляциальных верхнеплейстоценовых отложениях горного узла Нуху-Дабан.

Ключевые слова: горный узел Нуху-Дабан, малые реки, массив Мунку-Сардык, морфодинамические типы, факторы формирования.

Введение. Малые реки – наименее изученные звенья речной сети, которые по своей общей протяженности и количеству превосходят средние и крупные реки. Геоморфологическая работа малых рек достаточно велика, чтобы за короткий срок изменить структуру природных и антропогенных комплексов. Верховья р. Иркут, относящиеся к территории Байкальской рифтовой зоны, характеризуются уникальными и сложными по строению геодинамическими обстановками, компоненты которых преобразуются деятельностью малых водных потоков. Изучение морфодинамики русел малых рек необходимо в целях предотвращения негативной динамики природных и антропогенных комплексов, выработки критериев рационального природопользования территорий.

Цель данной работы – анализ морфодинамических типов русел малых рек верховьев р. Иркут. Автором решены следующие задачи: 1) провести анализ литературных источников по теме русловых процессов, картографического материала и космических снимков Maxar Technologies за 2021 г. на территорию исследуемых бассейнов; 2) подготовить гидрологически корректную цифровую модель рельефа (ЦМР) по спутниковым данным ALOS DSM; 3) построить карту-схему морфодинамических типов русел малых рек верховья р. Иркут. Для исследуемых бассейнов рек анализ морфодинамических типов русел с помощью ГИС применяется впервые.

Материалы и методы исследований. В исследовании применялись следующие методы: геоморфологический, геоинформационного картографирования и дешифрирования космических снимков. В основе анализа морфодинамики малых рек лежат отечественные и зарубежные работы по русловедению Чалова Р.С. [8] и Church M., Ferguson R. I. [10]. Изучение морфодинамики русел малых рек массива Мунку-Сардык и горного узла Нуху-Дабан проводилось редко [5]. При описании физико-географических условий использовались работы по комплексному описанию изучаемой территории [2, 6, 9]. В программе SAGA GIS автором проведена геометрическая и гидрологическая коррекция (смена проекционной системы и удаление «ложных» впадин) цифровой модели рельефа ALOS DSM

(30 м). Далее с помощью модуля «Terrain Analysis» получена схема эрозионной сети малых рек – притоков верховья р. Иркут. Оформление и анализ данных по речной сети проводился в программе ArcGIS 10 (ESRI Inc.), где собраны морфометрические показатели (таблица).

Таблица – Морфометрические показатели малых рек массива Мунку-Сардык и горного узла Нуху-Дабан

№	Название реки	Общая длина, км	Превышение высот, м	Уклон, промилле	Площадь водосбора, км ²	Густота речной сети, км/км ²	Порядок реки по Хортону [11], N
1	Толта	20	454	23	21	0,95	3
2	Гарган	18	601	33	117	0,15	4
3	Сусер	17	506	30	39	0,43	4
4	Бажир	10	640	63	36	0,27	3
5	Тумелик	18	657	35	65	0,27	3
6	Ара-Саган-Шулута	15	690	45	51,1	0,35	3
7	Саган-Шулута	9	1040	115	32,9	0,27	2
8	Белый Иркут	10	1030	103	57	0,17	4
9	Средний Иркут	12	1120	92	24,6	0,48	3
10	Мугувек	5	760	150	14	0,35	3
11	Аерхан	15	1020	68	31	0,48	3

Автором рассмотрены наиболее крупные бассейны малых рек: Толта, Гарган, Сусер, Бажир, Тумелик, Ара-Саган-Шулута, Саган-Шулута, Белый Иркут с притоками Мугувек и Средний Иркут и Аерхан. Изучаемые реки берут начало со склонов массива Мунку-Сардык, Тункинских Гольцов и горного узла Нуху-Дабан (южная часть Окинского плоскогорья). Общая площадь изучаемой территории – 965 км². Средняя протяженность русел – 13,5 км, средний уклон – 69 ‰, средняя густота речной сети – 0,37 км/км². Абсолютные высоты изучаемых бассейнов малых рек варьируют от 1380 м до 3425 м.

Горный узел Нуху-Дабан по данным геологических карт СССР Восточно-Саянской серии [3] с юга составляют магматические гранитоидные породы среднего палеозоя, наиболее древние – докембрийские породы залегают в междуречье Оки, Китоя, Иркуты. Массив Мунку-Сардык сложен среднепалеозойскими магматическими гранитоидными породами в пределах области питания древних и современных ледников (западная часть массива). Осадочные горные породы на территории массива относятся к терригенно-карбонатно-вулканогенным, пояс которых простирается к Ильчирской котловине. Западную часть Тункинских Гольцов составляет мункусардыкский комплекс среднего и верхнего протерозоя. Долины рек Бажир, Толта, Сусер и Гарган заняты отложениями четвертичной системы различного генезиса: верховья р. Бажир, среднее течение р. Гарган и р. Сусер на всем протяжении сложены аллювиальными и флювиогляциальными отложениями среднего плейстоцена, низовья р. Гарган и р. Толта занимают голоценовые аллювиальные отложения [3]. В верховьях р. Иркут отмечены следы верхнеплейстоценового оледенения в виде сглаженных склонов и морен. Ледники спускались по

долинам рек Сусер, Гарган, Толта, Тумелик. С массива Мунку-Сардык спускался Иркутский ледник вплоть до Мондинской котловины [7].

Питание малых рек верховьев р. Иркут осуществляется в основном за счет дождевых осадков и талых вод. Основная их часть поступает в период весенне-летнего половодья, когда происходит совпадение поступления осадков в процессе таяния снега и ливневых дождей. Большая часть ливневых осадков приходится на июль–август, период повышенной водоносности рек продолжается вплоть до сентября [5]. Северные части бассейна р. Иркут (горный узел Нуху-Дабан) входят в зону сплошного распространения мерзлоты с мощностью многолетнемерзлого слоя 100-500 м [4].

Большую роль в преобразовании рельефа долин малых рек играет наледообразование. Этот процесс проявляется в виде образования форм выравнивания рельефа, обусловленные геологической деятельностью наледного льда: аллювиально-наледные и наледные террасы, аллювиально-наледные бугры, наледные поляны и др. [1]. Наледные террасы и поляны распространены в основном по долинам рек 3-го и 4-го порядка – Мугувек, Белый Иркут, Средний Иркут.

Долины рек горного узла Нуху-Дабан выработаны в моренных отложениях, верховья долин имеют форму трогов, средние части слабо врезаны, днища заболочены. Уклоны земной поверхности составляют 0-5° [2]. Долины малых рек в пределах массива Мунку-Сардык занимают трог с широким днищем и крутыми склонами бортов (до 65°), для поперечного и продольного профиля характерна ступенчатость, боковые долины притоков висячие.

Результаты и их обсуждение. На основе анализа карты-схемы морфодинамических типов русел малых рек верховьев р. Иркут (рисунок) выявлен доминирующий тип русел – преимущественно врезанные извилистые. Развитие данного типа обусловлено тектоническим поднятием горных областей массива Мунку-Сардык и Тункинских Гольцов (наибольшая протяженность и концентрация врезанного типа), в меньшей степени – горного узла Нуху-Дабан. Долины сложены трудно размываемыми породами, часты выступы коренных пород. Данный тип характерен для высот 1900-2600 м для водотоков 1-3-го порядков. Здесь образуются крутые осыпные склоны, отмечаются процессы глубинной эрозии. Участки развития гравитационно-склоновых процессов, способствующих преобразованию морфологии долин и морфодинамики русел, отмечены на рисунке.

Затем выделяются широкопойменные извилистые и разветвленно-извилистые участки русел, развитие которых связано с процессами наледообразования (рисунок). Такие участки встречаются в средних и нижних течениях на высотах 1500-1800 м в пределах массива Мунку-Сардык (чаще разветвленно-извилистый тип); 1700-2000 м на территории Тункинских Гольцов; 1850-2150 м в пределах горного узла Нуху-Дабан с наименьшей концентрацией разветвленно-извилистого типа. Участки широкопойменного типа приурочены к легко размываемым породам, по бортам долин часты осыпные процессы, являющиеся дополнительным источником рыхлых отложений русел и пойм.

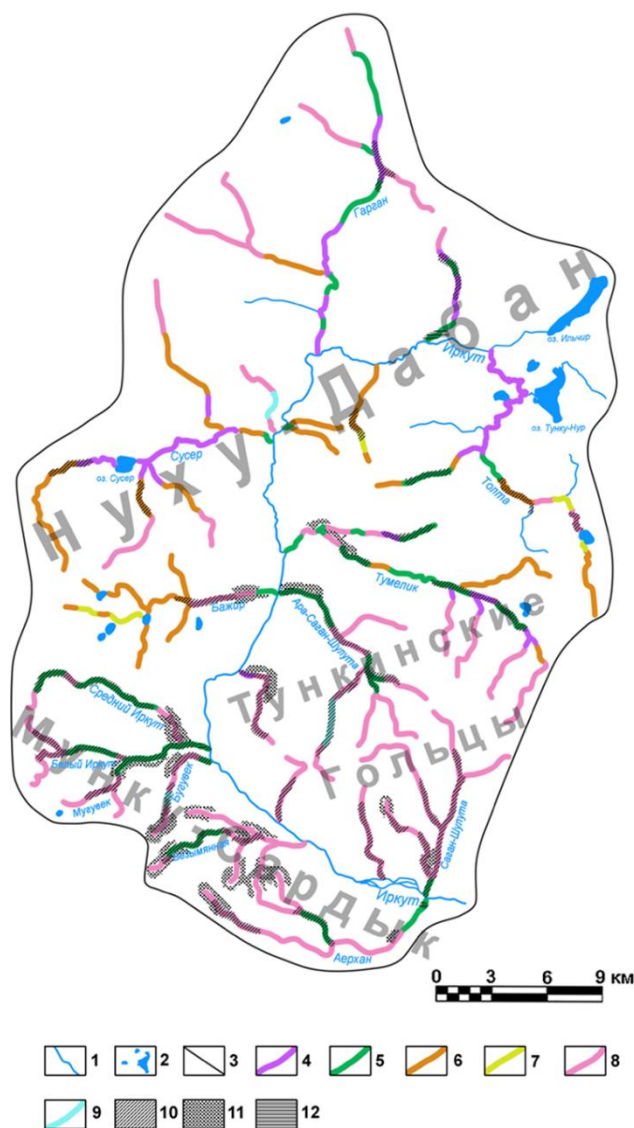


Рисунок – Карта-схема морфодинамических типов русел малых рек верховья р. Иркут

Условные обозначения: 1 – русла рек, 2 – озера, 3 – граница изучаемой территории; морфодинамические типы русел: 4 – широкопойменные извилистые, 5 – преимущественно широкопойменные разветвленно-извилистые и извилистые, 6 – преимущественно адаптированные извилистые, 7 – адаптированные разветвленно-извилистые, 8 – преимущественно врезанные извилистые, 9 – преимущественно врезанные разветвленно-извилистые; участки преобразования морфологии долин и морфодинамики русел вследствие проявления нефлювиальных процессов: 10 – участки наледообразования (наледных полей), 11 – гравитационно-склоновые процессы, 12 – антропогенное преобразование.

Преимущественно адаптированные извилистые и разветвленно-извилистые типы встречаются в пределах горного узла Нуху-Дабан и в переходных к узлу областях Тункинских Гольцов на высотах 2000-2200 м в верхних, средних и нижних течениях. Местами данные типы развиваются под воздействием наледообразования (образование наледных полей). Адаптированный тип приурочен к областям стабилизации тектонических движений и развит на месте флювиогляциальных отложений.

Наиболее разнообразный набор морфодинамических типов характерен для р. Толта. Адаптированный извилистый тип верховьев сменяется на адаптированный и широкопойменный разветвленно-извилистый типы с небольшими участками врезанного извилистого русла. В нижнем течении в пределах Ильчирской котловины развит широкопойменный извилистый тип русла. На развитие долины и морфодинамических типов русел большое влияние оказало верхнеплейстоценовое оледенение, став причиной образования планиморфной долины, озерных расширений (170-350 м шириной) и озерных комплексов на пойме р. Толта. Озерные расширения встречаются в понижениях морен на р. Сусер, где крупнейшее одноименное озеро занимает площадь 0,5 км². В верховье р. Бажир развит комплекс озерных расширений русла из 7 озер. Холмисто-моренный рельеф бассейна р. Гарган способствует заболачиванию и образованию озерных расширений (4 расширения и 2 каровых озера в верховьях).

В устьевой части рек Сусер, Бажир, Бугувек, Белый Иркут, Аерхан и других безымянных притоков отмечается развитие широкопойменных разветвленно-извилистых русел с участками наледообразования. Ниже по течению р. Иркут в области современного тектонического поднятия чаще встречаются крутые осыпные склоны и отмечаются процессы глубинной эрозии. Наименее всего на территории исследования представлен врезанный разветвленно-извилистый тип русла, отмеченный в пределах рек Ара-Саган-Шулута, Бугувек и безымянного притока р. Иркут чуть выше по течению от устья р. Сусер. Разветвления на таких участках не затопливают пойму и в плане имеют преимущественно прямолинейную форму русла.

Участки антропогенного преобразования русел занимают незначительную площадь и приурочены к устьевым частям рек в районе автомобильной дороги А–333. На реках Аерхан и Белый Иркут после строительства автомобильного моста усилились процессы аккумуляции речного аллювия опорами, после моста фиксируется образование устьевых разветвлений. На безымянном притоке р. Иркут (ниже устья р. Толта на 3,5 км) преобразованию подверглась пойма и русла реки: наблюдаются следы добычи гравийно-галечного материала и песка, часть материала попала в русло реки и снесена ниже по течению, что создает профицит наносов.

Анализ морфодинамических типов показал, что из общей протяженности речной сети (325,1 км) большую часть занимает врезанный тип русла – 163,5 км (50,3%), широкопойменный тип – 103,7 км (31,9 %), адаптированный тип русла – 57,9 км (17,8%). Сложность геолого-геоморфологического строения, неоднородность литологического состава, высотная ярусность рельефа и экзогенных процессов, климатические особенности (максимум летних осадков, распространение сплошной многолетней мерзлоты, наледообразование и т.д.) изучаемой территории способствуют развитию разнообразных морфодинамических типов.

Заключение. Впервые для бассейнов малых рек верховьев р. Иркут по данным ЦМР ALOS DSM и дешифрирования космических снимков проведен анализ морфодинамических типов русел. Основными факторами морфодинамики русел малых рек являются геолого-геоморфологический и тектонический факторы. Наиболее распространены врезанные извилистые русла (на участках тектонического

поднятия и залегания трудно размываемых пород), широкопойменные извилистые и разветвленно-извилистые типы русел приурочены к средним и нижним течениям в местах образования наледей. Адаптированный тип выявлен в пределах горного узла Нуху-Дабан в области распространения верхнеплейстоценовых ледников на флювиогляциальных отложениях. Антропогенный фактор проявился в виде строительства дорог и мостов, незначительно изменив морфодинамику русел в устьевых частях.

Библиографические ссылки

1. Алексеев, В.Р. Налеи как фактор долинного морфолитогенеза // Региональная геоморфология Сибири/ ИГСиДВ СО АН СССР. – Иркутск, 1973. – С. 89-134.
2. Выркин, В.Б., Масютина, Ю.А. Геоморфологическое районирование Окинского плоскогорья (Восточный Саян) // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2017. – Т.19. – С. 32-47.
3. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000 Серия Восточно-Саянская. Лист М-47-VI. Объяснительная записка / Составитель В. П. Арсентьев; ред. Н.А. Флоренсов. – М.: Недра, 1969. – 74 с.
4. Гидрогеология СССР. Бурятская АССР: в 46 т. / гл. ред. А.В. Сидоренко. – М.: Недра, 1970. – Т. 22. – 432 с.
5. Роль речного стока в формировании русловых процессов высокогорной области Восточного Саяна (в верховьях рек Иркут, Китоя, Оки) / В.В. Захаров, Н.В. Кичигина // Рельеф и экзогенные процессы гор: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Иркутск, 25-28 октября 2011 г. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2011. – Т.2. С. 76-79.
6. Коваленко, С.Н., Мункоева, Э.В., Зацепина, Н.А. Климат района Мунку-Сардык // Вестник кафедры географии ВСГАО. – 2013. – № 1-2. – С. 15-23.
7. Олюнин, В.Н. Неотектоника и оледенение Восточного Саяна. М.: Наука, 1965. – С. 128.
8. Чалов, Р.С. Русловые процессы (русловедение). – М.: ИНФРА-М. 2016. 565 с.
9. Уфимцев, Г.Ф., Щетников, А.А., Филинов, И.А. Новейшая геодинамика Тункинского рифта (Прибайкалье) // Литосфера, 2006. № 2. – С. 95-102.
10. Church, M., Ferguson, R. I. Morphodynamics: Rivers beyond steady state. Water Resources Research, 2015, vol. 51, no. 4, pp. 1883-1897. <https://doi.org/10.1002/2014WR016862>
11. Horton R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydro-physical approach to quantitative morphology // Geological Society of America Bulletin. 1945. vol. 56, no. 3. – pp. 275-370. doi:10.1130/0016-7606(1945)56.