Научная статья

УДК 551.4:581.526.53(571.5)

DOI 10.37724/RSU.2021.72.3.014

Современное состояние и динамика малых форм рельефа в степях Южно-Минусинской котловины

Елизавета Михайловна Тюменцева

Педагогический институт Иркутского государственного университета, Иркутск, Россия
tumencev@irk.ru

Аннотация. В статье изложены результаты многолетних исследований генезиса, морфологии, особенностей функционирования, современного состояния и динамики малых эрозионных форм рельефа в условиях котловин гор Южной Сибири на примере Южно-Минусинской котловины. Овражные формы представлены здесь локально. Доминируют береговые промоины и овраги, секущие крутые борта долин рек Абакан, Енисей и их притоков. Густота расчленения и плотность современных овражных форм рельефа возрастает на сельскохозяйственных землях (пашни и пастбища) и в пределах селитебных ландшафтов. Размеры малых эрозионных форм рельефа отличаются большим диапазоном. Так, протяженность коротких промоин составляет первые десятки метров, длинных логов — 3–5 км. Глубина вреза изменяется от 1,5–3 м до 10–20 м, ширина между бровками достигает 40–60 м. В настоящее время, несмотря на период увеличения увлажненности территории, после достаточно длительного засушливого периода овражные формы активно задерновываются. Этому способствует рост температуры и выпадение осадков слабой интенсивности. В результате происходит зарастание нарушенных земель ильмом мелколистным, наблюдается превращение степных ландшафтов в парковые.

Ключевые слова: динамика развития, лога, нивальные ниши, морфология, овраги, промоины, трансформация, эволюция.

Для цитирования: Тюменцева Е. М. Современное состояние и динамика малых форм рельефа в степях Южно-Минусинской котловины // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2021. № 3 (72). [С. 139–148. DOI: 10.37724/RSU.2021.72.3.014](#).

Original article

The Modern State and the Dynamics of Minor Landforms Found in the Steppes of the Southern-Minusinsk Hollow

Yelizaveta M. Tyumentseva

Pedagogical Institute of Irkutsk State University, Irkutsk, Russia
tumencev@irk.ru

Abstract. The article discusses the results of a multiannual research of the genesis, morphology, modern state and dynamics of minor landforms that can be found in the mountains of Southern Siberia in the Southern-Minusinsk Hollow. The majority of ravine landforms found in the area are bank gullies infesting the steep banks of the Abakan River, the Yenisei River and their tributaries. The density of ravine dismemberment increases in agricultural areas (arable lands and pastures) and in residential areas. The size of ravine landforms varies over a wide range. The length of short gullies does not exceed a few dozen meters. The length of long logs can reach 3–5 kilometres. The depth of incision varies from 1.5–3 metres to 10–20 metres. The distance between the brows of a ravine can reach 40–60 meters. Nowadays, despite a period of higher humidity, prolonged dry periods and high temperatures make ravines peaty. As a result, the areas overgrow with small-leaved elm and steppe landscapes are gradually transformed into parks.

Keywords: development dynamics, logs, nival niches, morphology, ravines, gullies, transformation, evolution.

Введение

В последние годы во многих регионах Сибири фиксируются климатические изменения, ведущие к повышению температуры и уменьшению количества осадков [Тенденции ... , 2012 ; Переведенцев, Шанталинский, 2015]. Эта тенденция стала проявляться в изменении физиономических особенностей, структуры природных геосистем и их компонентов, морфологии форм рельефа и др. Кроме того, за последние 20–30 лет произошло изменение интенсивности антропогенного воздействия в степях Сибири: агропромышленный пресс значительно снизился, многие пашни вышли из сельскохозяйственного оборота и зарастают, как следствие, в степных геосистемах активизировались восстановительные процессы [Балязин, 2018].

Цель данного исследования — показать особенности современного развития малых эрозионных форм рельефа и установить закономерности их динамики в зависимости от природных и антропогенных факторов.

Работа имеет, с одной стороны, теоретическое значение, с другой — помогает решить ряд прикладных задач рационального природопользования. Следует отметить, что в 60–80-х годах прошлого столетия овражной эрозии уделялось большое внимание [Салюкова, 1976]. В последние годы интерес к этой проблеме несколько уменьшился, однако процессы водной эрозии в Хакасии могут иметь при определенных условиях опасное и даже катастрофическое проявление, поэтому их изучение не теряет своей актуальности в настоящее время.

Наши наблюдения проводились с 1981 по 1995 год на Новониколаевском физико-географическом стационаре Института географии имени В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук в Койбальской степи Южно-Минусинской котловины, затем был длительный перерыв; в 2019 и 2020 годах исследования состояния геосистем ключевого участка и соседних с ним территорий были возобновлены. Особое внимание уделялось рельефу поверхности, эрозионным формам.

Койбальская степь расположена в южной части междуречья Абакана и Енисея. Рельеф ее равнинный (300–400 метров над уровнем моря) с отдельными денудационными, часто куэстовыми грядами и цепочками озер соленых и пресных. Высота отдельных вершин достигает 700–800 м. Минусинская котловина относится к структурам девонской Алтае-Саянской рифтовой области, сформировавшимся в юго-западном обрамлении среднепалеозойского Сибирского континента [Воронцов, Федосеев, Перфилова, Травин, 2012].

Климат региона исследования — резко континентальный умеренного пояса с большими суточными и годовыми колебаниями температур. Средняя температура июля составляет +20 °С, абсолютный максимум — +36 °С. Средняя температура января — минус 16 °С, абсолютный минимум — минус 46 °С. Среднегодовое количество осадков — 300–400 мм. Главная особенность режима осадков — неравномерность выпадения: за теплый сезон выпадает до 75–80 % их годового количества. Годы наблюдений по условиям увлажнения изменялись от очень влажных (более 600 мм) до сухих (менее 300 мм). Койбальская степь относится к умеренно засушливой подзоне с коэффициентом увлажнения 0,7–0,8. Сток в теплый период года возникает 2–10 раз, его величина в период наблюдений изменялась от 0,05 до 0,88 мм [Титова, Любцова, 1987]. Степи Южно-Минусинской котловины представлены настоящими (мелко- и крупнодерновинными) и луговыми (разнотравно-злаковыми и кустарниковыми) [Растительный покров ... , 1976]. В меньшей степени распространены опустыненные степи, а также петрофитные варианты настоящих и луговых степей. Мелкодерновинные настоящие степи со злаками (*Cleistogenes squarrosa*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata* и др.) и разнотравьем, полынями (*Artemisia frigida*, *Artemisia glauca*) и караганой карликовой (*Saragana rurgata*) занимают как равнинные, так и склоновые участки. Крупнодерновинные степи встречаются на плакорных участках степной зоны — на склонах западной и восточной экспозиции, в лесостепных районах — на южных и юго-западных склонах. Крупнодерновинные степи представлены двумя растительными формациями: ковыльной (тырсовой) и овсцовой.

Изучение морфологии и динамики малых форм рельефа базировалось на натурных маршрутных исследованиях, анализе космоснимков высокого разрешения Google Earth, картографического и литературного материала, экспериментальных расчетах некоторых показателей, таких как эрозионная опасность дождей, противоэрозионная устойчивость почв и др.

Результаты и обсуждение

В степях междуречья Абакана и Енисея водная эрозия и эоловые процессы являются важнейшими экзогенными процессами, преобразующими современный рельеф. Широко распространены в котловине формы рельефа, образованные водными потоками временными и постоянными — овраги, балки, речные долины, малые эрозионные формы рельефа (промоины, овраги, лога) распространены локально, на отдельных равнинных участках овраги не наблюдаются. По мнению А. А. Мистрюкова [Мистрюков, 1991], овраги почти полностью отсутствуют в Койбальской, Черногорской, Ширинской степях. Р. И. Салюкова [Салюкова, 1976] отмечала, что в Южно-Минусинской котловине плотность овражных форм рельефа изменяется от 0,1–0,4 км/км².

Эрозионные земли со слабым развитием водной эрозии имеются в Бейском, Аскизском, Боградском районах Хакасии на предгорно-низкогорных холмисто-увалистых территориях с уклонами от 3–5° до 5–7° на черноземах выщелоченных, обыкновенных, южных карбонатных средне- и тяжелосуглинистых [Чебокаков, Шапошников, Капсаргин, Муртаев, 2019], причем наибольшее число оврагов приходится на селитебные ландшафты. Кроме того, пояса промоин приурочены к распаханым участкам склонов гряд (рис. 1в и 1г).

Изменение плотности оврагов в районе исследования зависит от геоморфологических условий. Так, в аллювиально-аккумулятивных и озерно-аккумулятивных геоморфологических ландшафтах густота расчленения малыми эрозионными формами составляет 0,02–0,05 км/км², в эрозионно-денудационных — 0,1–0,4 км/км², редко больше.

Встречаются разнообразные типы современных овражных форм: береговые, склоновые и донные. Наиболее распространены береговые овраги, секущие крутые высокие борта речных долин. К примеру, овражные формы наблюдаются на 180-метровой цокольной террасе правого борта Енисея напротив устья Абакана (рис. 2а). Густота расчленения овражными формами на этом участке достигает 2,2 км/км². Протяженность их — от 180–200 до 1500–3600 м, расстояние между бровками — 50–80 м, глубина — 10–20 м. Форма в основном прямолинейная, у крупных оврагов в верхней части наблюдаются отвершки.

Густая сеть промоин и оврагов отмечается на отдельных участках речных долин в юго-западном углу Койбальской степи при впадении в Абакан рек Табат, Бея, Уты и др. Так, глубоко расчленен правый борт реки Табат на приустьевом участке, густота эрозионных форм достигает 0,37 км/км² (рис. 2б). Его секут эрозионно-денудационные лога, овраги и промоины протяженностью от 110–150 до 1150–1940 м линейной формы, расстояние между бровками — от 10–15 м у свежих донных промоин до 55–60 м у старых логов. Поперечный профиль V-образный. По днищу оврагов наблюдаются вторичные зарастающие промоины. В последние годы свежие размывы практически отсутствуют.

Рис. 1. Морфологические типы малых эрозионных форм рельефа в Койбальской степи:

а — береговые промоины и овраги на правом борту Енисея у города Абакана, координаты: $53^{\circ}45'$ с. ш., $91^{\circ}33'$ в. д. (съемка 17 июня 2020 г.); б — расчлененный логами борт долины реки Табат, координаты: $53^{\circ}03'$ с. ш., $90^{\circ}36'$ в. д. (съемка 4 октября 2020 г.); в — древовидная сеть размывов (промоины и овраги) на свежевспаханном поле в предгорье Западного Саяна, координаты: $52^{\circ}57'$ с. ш., $90^{\circ}45'$ в. д. (съемка 29 июля 2019 г.); г — пояс линейных склоновых промоин на старопашатном участке в Бейском районе, (координаты: $53^{\circ}11'$ с. ш., $90^{\circ}50'$ в. д. (съемка 9 июля 2016 г.). В основе — снимки Google Earth.

Основные тенденции в изменении морфологии эрозионных форм рельефа получены на оврагах, наблюдения за которыми ведутся с 1981 года. Один из них расположен у села Сабинка и сечет три предгорные гряды высотой 600–700 м. Сток с межгрядовых понижений попадает в овраг, образуя небольшие висячие промоины. Когда здесь были начаты наблюдения, по типологии эрозионных форм овраг относился к молодым, о чем свидетельствовали обрывистый со струйчатыми размывами борт южной экспозиции оврага; противоположный борт был пологий с нивальными нишами, которые в зимний период заполнялись снегом (рис. 2).

Овраг был практически не задернован, активно рос. Так, за влажный теплый период 1982 года прирост вершины составил 42 см. Только в одной из ниш росла черемуха. По дну четко прослеживалось русло временного водотока. В настоящее время овраг в средней части зарос деревьями (рис. 3).

Промоина в привершинной части оврага покрыта луговой растительностью. В устье оврага с ящикообразным поперечным профилем задернение отмечается только по бортам, тогда как днище лишено растительного покрова. Пролувий в русле представлен песчано-суглинистым материалом с включением крупных обломков. Микрорельеф днища оврага нарушается сельскохозяйственными животными, что способствует развитию оврага в устье. Средняя часть оврага густо заросла ивой, березой, ильмом, черемухой, яблоней сибирской, в подлеске — лапчаткой, курильским чаем, малиной, луговым травостоем (рис. 3). У подножия борта южной экспозиции оврага наблюдаются осы. Бровка четко прослеживается только у южного борта. Растительность склона южной экспозиции сухостепная: ирис пикульник, лапчатка бесстебельная, очиток, лапчатка кустарниковая, тимьян, гвоздика разноцветная, горошек мышиный, полынь сизая и др. Таким образом, сейчас этот овраг находится в стадии зрелости, практически не растет. Вершинная промоина слабо выражена в рельефе, заросла лугово-степным травостоем.

Рис. 2. Овраг у села Сабинка в 1991 году: а — зимой; б — летом;
в — борт южной экспозиции оврага

Рис. 3. Вершина (а) и средняя часть (б) оврага, август 2020 г.

Лог — у ключевого участка, сечет северную гряду (абсолютная высота — 398 м) и выходит к котловине озера Красное (рис. 4).

*Рис. 4. Нивальная ниша (слева) и лог (справа)
на северной гряде ключевого участка в Койбальской степи
(фото автора, август 2020 г.)*

Склон северной экспозиции северной куэсты, который осложнен старыми и молодыми нивальными нишами и логом, в верхней части имеет крутизну $17-20^\circ$, в средней части — $6-9^\circ$, в нижней — $3-4^\circ$. Нивальные ниши приурочены к денудационной части северного склона. Рыхлый покров на этом участке состоит из мелкозема мощностью менее 0,5 м с дресвой и щебнем кремнистых известняков. Ниже, до глубины 3 м, наблюдаются глины коры выветривания. Аккумулятивная часть склона представлена выровненной поверхностью, на которой четко выделяются конуса выноса из ниш и лога.

Морфометрические характеристики лога следующие: длина составляет 160 м, глубина в средней его части — 3 м. Поперечный профиль V-образный. Врез в вершине в 1988 году равнялся 55 см, в 1995-м — 71,5 см, в 2020-м — 120 см. Основные физиономические особенности: борт южной экспозиции лога остепненный, противоположный зарос полынью, крапивой, пустырником, в травостое — подорожник, спорыш и другие сорные растения. Появились первые кусты. Осенью 2019 и 2020 годов лог был сухой. Активное развитие эрозионной формы зафиксировано в июле 1988 года, когда выпало 64 мм осадков, и по дну лога формировался временный водоток. Он размыв эоловую перемышку высотой 1,8 м, сформировавшуюся во время пыльной бури в этом же году весной. По правому борту были заметны следы струйчатой эрозии, возникли промоины глубиной до 5–15 см, шириной 17–22 см, протяженностью 3–5 м. Левый борт уже был заросшим крапивой. По дну свежий врез, уступ высотой 80 см. Из лога был поверхностный и подповерхностный сток, о чем свидетельствует зеленый клин на фоне желтой травы на аккумулятивном шлейфе и валики мусора по контуру временного водотока. Рядом с логом находится самая большая нивальная ниша. В ней растут береза, черемуха, яблоня сибирская. В травостое выделяется кровохлебка, клубника, девясил. На ключевом участке на склоне северной экспозиции начали формироваться свежие нивальные ниши. Общее их количество на гряде увеличилось до 24. Нивальные ниши хорошо выделяются на поверхности

склона северной экспозиции гряды черной выпревшей растительностью и отдельными кустами ильма, черемухи, кизильника (рис. 4).

Свежие малые эрозионные формы рельефа формируются также по днищам суходолов. Ключевой участок включал часть суходола между двумя денудационными грядами северной и южной. Поверхность его в 80-е годы прошлого столетия была слабо вогнутой, шириной до 250 м, без выраженной линии тальвега. Части суходола вокруг ключевого участка были распаханы. Во влажные теплые сезоны, например в июле 1988 года (за ливень выпало 64 мм осадков), на поле за ключевым участком сформировался мощный водоток, который у физико-географического стационара в деревне Новониколаевка отложил конус выноса. В русле временного водотока чередовались участки размыва — свежие промоины, и участки аккумуляции — конуса выноса. Размеры промоин: в среднем глубина составляет от 30 до 40 см, ширина — 1–3 м, протяженность — от 1–1,5 м до нескольких десятков метров. Конусы выноса имели мощность от 3–5 до 8–17 см, ширину — от 5–6 до 15–20 м, протяженность — 5–15 м.

В 1991 году активный сток по суходолу наблюдался в начале лета (максимум осадков за сутки — 37 мм), когда по днищу суходола формировался временный водоток шириной 12–15 м. В русле образовались несколько свежих промоин глубиной до 40 см и языки из переотложенного мелкозема и обломочного материала. На отдельных участках в ложе водотока сформировалась глинистая отмостка, рыхлый суглинисто-супесчаный материал был вынесен.

В августе 2020 года глубина вреза суходола в среднем составляла 60 см, с вогнутым поперечным профилем. Эрозионная форма сильно заросла злаковой растительностью. Сменилась сельскохозяйственная ситуация, верхняя часть суходола уже давно не распахивается. Участок зарос ильмом высотой 1,1–2,10 м. Кусты расположены хаотично по бывшему полю. В травостое доминирует полын кустарниковая и пырей. Таким образом, следует отметить, что в конце прошлого века эти формы относились к молодым и зрелым, в настоящее время они находятся в стадии зрелости и дряхлости. Многие эрозионные формы зарастают, практически не развиваются. На эту особенность обратил внимание Ю. В. Рыжов [Рыжов, 2015]. Из результатов его исследований следует, что на юге Восточной Сибири эрозионные формы развиваются неравномерно, у большинства форм размыва за последние 15–20 лет скорость регрессивной эрозии снизилась. Проведенные исследования динамики поясов эрозии на юге степной зоны Европейской части России коллективом авторов показали, что четко выраженный тренд выявить очень сложно [Ермолаев, Медведева, Платончева, 2017]. Наши наблюдения за эволюцией эрозионной сети в Южно-Минусинской котловине установили, что их развитие стабилизировалось, рост промоин и оврагов уменьшился.

Скорость водной эрозии зависит от количества осадков и интенсивности их выпадения, от климатической цикличности, смены периодов повышенного и пониженного увлажнения [Баженова, 2018]. Большая часть лет за период наблюдений в Койбальской степи по условиям увлажнения относится к умеренно влажным, влажным и очень влажным (70 %), а сухими были оставшиеся 30 %, что зафиксировано в таблице.

Таблица

Особенности развития форм размыва степей Южно-Минусинской котловины
в зависимости от условий увлажнения

Характеристика года по количеству осадков (осадки, мм)	Год	Геоморфологические процессы	Прирост малых эрозионных форм		
			Линейный, м	Площади, м ²	Объем, м ³
Очень влажный (более 600)	2002 2003	Водная эрозия	1–5 и более	0,5–1,5	1,5–5
Влажный (500–600)	1994–1996 2000 2001 2006 2017 2019 2020	Водная эрозия	0,5–1	0,1–0,5	0,5–1,5
Умеренно влажный (400–500)	1982 1984	Водная эрозия, эоловые процессы	0,3–0,5	0,03–0,05	0,1–0,5

	1987 1988 1990–1992 1999 2008–2010 2012 2014 2016 2018				
Сухой (менее 300–400)	1981 1983 1985 1986 1989 1993 1997 1998 2007 2011 2013	Эоловые процессы	минус 0,1–0	минус 0,01–0	0,01–0,05

Максимум за сутки осадков (111 мм) был зарегистрирован Управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) «Бей» один раз, в апреле 1987 года. Сток, способный на активную водную эрозию, формируется при осадках за сутки от 35 до 40 мм и более. В засушливые годы, например 1981, 1983, 1986-й, за теплый период наблюдалось 4–6 дней с осадками, сумма их составляла 15–25 мм, средняя интенсивность выпадения — 0,02–0,05 мм/мин. Зрелые эрозионные формы при таких осадках увеличивают свои размеры незначительно. Малые эрозионные формы образуются на дорогах, пашнях и других территориях с нарушенным растительным покровом. В сухие годы малые эрозионные формы зарастают, при пыльных бурях в них формируются эоловые перемины, засыпаются мелкоземом, в дальнейшем зарастают. В последние годы, с 2013 по 2020-й, наблюдается влажный (с суммой осадков более 600 мм в год) и относительно теплый период (средняя годовая температура — плюс 2,1–3,9 °С), во время которого, однако, сильных ливней не было. В результате малые эрозионные формы начали активно зарастать. Кроме того, стали зарастать ильмом мелколистным заброшенные пашни — это явление характерно для разных регионов Южно-Минусинской котловины. Заросшие поля встречались вдоль автомобильной дороги от Саяногорска до Абакана и от Абакана до Ширы.

Таким образом, исследования в степях Южно-Минусинской котловины за период с 1981 по 2020 годы показали большую изменчивость и постоянную трансформацию морфологии оврагов и промоин. В Южно-Минусинской котловине в настоящее время наблюдается теплый и влажный климатический период, происходит активное зарастание степей, уменьшается активность развития процессов водной эрозии, так как маломощные ливневые водотоки не способны к линейному размыву. Если ситуация не изменится, некоторые участки южно-сибирских степей перейдут в саванновые формации.

Список источников

1. Баженова О. И. Современная денудация предгорных степных равнин Сибири. — Новосибирск : Гео, 2018. — 259 с.
2. Балязин А. В. Динамика степных геосистем Южно-Минусинской котловины на примере Койбальской степи // Ландшафтная география в XXI веке : материалы Междунар. науч. конф. / ред. Е. А. Позаченюк [и др.]. — Симферополь : АРИАЛ, 2018 — С. 388–390.
3. Воронцов А. А., Федосеев Г. С., Перфилова О. Ю., Травин А. В. Девонский вулканизм Минусинской котловины: этапы проявления и связь с прогибанием континентальной литосферы (по результатам геохронологических $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -исследований) // Доклады Академии наук. — 2012. — Т. 447, № 3, нояб. — С. 308–313.
4. Ермолаев О. П., Медведева Р. А., Платончева Е. В. Методические подходы к мониторингу процессов эрозии на сельскохозяйственных землях Европейской части России с помощью материалов космических съемок // Ученые записки Казанского университета. Сер. : Естественные науки. — 2017. — Т. 159, кн. 4. — С. 668–680.

5. Мистрюков А. А. Геоморфологическое районирование Назаровско-Минусинской межгорной впадины АН СССР / науч. ред. Э. Л. Якименко. — Новосибирск : СИГТМ СО АН СССР, 1991. — 130 с.
6. Переведенцев Ю. П., Шанталинский К. М. Изменения приземной температуры воздуха северного полушария за период 1850–2014 гг. // Ученые записки Казанского университета. — Сер. : Естественные науки. — 2015. — Т. 157, кн. 3. — С. 8–19.
7. Растительный покров Хакасии / отв. ред. А. В. Кумина. — Новосибирск : Наука, 1976. — 127 с.
8. Рыжов Ю. В. Формирование оврагов на юге Восточной Сибири : моногр. — Новосибирск : Гео, 2015. — 178 с.
9. Салюкова Р. И. Овраги Южно-Минусинской котловины // Сибирский географический сборник. — Новосибирск, 1976. — № 12. — С. 183–222.
10. Тенденции гидроклиматических изменений на Байкальской природной территории / Е. В. Максимова, Н. В. Кичигина, Н. Н. Воропай [и др.] // География и природные ресурсы. — 2012. — № 4. — С. 72–80.
11. Титова З. А., Любцова Е. М. Динамика экзогенных процессов в Минусинской котловине // География и природные ресурсы. — 1987. — № 2. — С. 50–54.
12. Чебоचाков Е. Я., Шапошников Г. М., Капсаргин А. И., Муртаев В. Н. Совершенствование агроландшафтного районирования эрозионно опасной территории республики Хакасия и агроэкологическая группировка земель // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2019. — № 10. — С. 24–31.

References

1. Bazhenova O. I. *Sovremennaja denudacija predgornyh stepnyh ravnin Sibiri* [Modern Denudation of Foothill Steppes]. Novosibirsk, Geo Publ., 2018, 259 p. (In Russian).
2. Baljazin A. V. The Dynamics of Steppe Ecosystems in the Southern-Minusinsk Hollow at the Example of the Koibal Steppe. *Landshaftnaja geografija v XXI veke : materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii* [Landscape Geography in the 21st Century: Proceedings of an International Research Conference]. Pozachenjuk E. A. (ed.). Simferopol, ARIAL Publ., 2018, pp. 388–390. (In Russian).
3. Voroncov A. A., Fedoseev G. S., Perfilova O. Ju., Travin A. V. Devonian Volcanism in the Minusinsk Hollow: Stages and the Connection with the Subsidence of the Continental Lithosphere (40Ar/39Ar Geochronological Investigation). *Doklady Akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. 2012, vol. 447, no. 3, Nov., pp. 308–313. (In Russian).
4. Ermolaev O. P., Medvedeva R. A., Platoncheva E. V. Methodological Approaches to Farm Land Erosion Monitoring in European Russia through Remote Sensing. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki* [Scholarly Notes of Kazan University. Natural Sciences series]. 2017, vol. 159, book 4, pp. 668–680. (In Russian).
5. Mistrjukov A. A. *Geomorfologicheskoe rajonirovanie Nazarovsko-Minusinskoj mezhgornoj vpadiny Akademii nauk Sojuza Sovetskikh Socialisticheskikh Respublik* [Geomorphological Zoning of the Nazarovo-Minusinsk Hollow of the Academy of Sciences of the Soviet Union]. Jakimenko Je. L. (ed.). Novosibirsk, Siberian Department of the Academy of Sciences of the Soviet Union Publ., 1991, 130 p. (In Russian).
6. Perevedencev Ju. P., Shantalinskij K. M. Changes in Surface Air Temperature in the Northern Hemisphere in 1850–2014. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki* [Scholarly Notes of Kazan University. Natural Sciences series]. 2015, vol. 157, book 3, pp. 8–19. (In Russian).
7. Kuminova A. V. (ed.). *Rastitel'nyj pokrov Hakasii* [Khakasia Vegetation]. Novosibirsk, Science Publ., 1976, 127 p. (In Russian).
8. Ryzhov Ju. V. *Formirovanie ovragov na juge Vostochnoj Sibiri* [Ravine Formation in the South of Eastern Siberia]. Novosibirsk, Geo Publ., 2015, 178 p. (In Russian).
9. Saljukova R. I. Ravines of the Southern-Minusinsk Hollow. *Sibirskij geograficheskij sbornik* [Siberian Geographical Collection]. Novosibirsk, 1976, no. 12, pp. 183–222. (In Russian).
10. Maksjutova E. V., Kichigina N. V., Voropaj N. N. et. al. Tendencies of Hydro-climatic Change in the Baikal Area. *Geografija i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources]. 2012, no. 4, pp. 72–80. (In Russian).
11. Titova Z. A., Ljubcova E. M. The Dynamics of Exogenous Processes in the Minusinsk Hollow. *Geografija i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources]. 1987, no. 2, pp. 50–54. (In Russian).
12. Chebochakov E. Ja., Shaposhnikov G. M., Kapsargin A. I., Murtaev V. N. Optimizing Agricultural Landscape Zoning in Erosion-prone Lands of the Republic of Khakasia and Agroecological Grouping. *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University]. 2019, no. 10, pp. 24–31. (In Russian).

Информация об авторе

Тюменцева Елизавета Михайловна — кандидат географических наук, доцент кафедры географии, безопасности жизнедеятельности и методики Педагогического института Иркутского государственного университета.

Сфера научных интересов: геоморфология.

Information about the author

Tyumentseva Yelizaveta Mikhaylovna — Candidate of Geography, Associate Professor in the Department of Geography, Life Safety and Methodology at the Pedagogical Institute of Irkutsk State University.

Research interests: geomorphology.

Статья поступила в редакцию 21.05.2021; одобрена после рецензирования 05.06.2021; принята к публикации 21.06.2021.

The article was submitted 21.05.2021; approved after reviewing 05.06.2021; accepted for publication 21.06.2021.