



УДК 551.4(571.5)

## Формирование микрорельефа в Прибайкалье

С. А. Макаров

*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы формирования микрорельефа под воздействием различных рельефообразующих факторов, которые делятся на постоянные (геологическое строение, геоморфологические), медленноизменяющиеся (климатические, геокриологические, гидрогеологические, биотические, почвообразующие) и быстроизменяющиеся (метеорологические, сейсмические, антропогенные). Их значимость качественно можно оценить от высокого до низкого.

Микрорельеф имеет различную продолжительность формирования от секунд до десятков тысяч лет. Практически молниеносно формируются сейсмогенные деформации, обвальные конусы и корневой вывал деревьев, тысячи и десятки тысяч лет уходит на формирование курумов и бугристо-западного микрорельефа. Период сохранности форм составляет от первых до десятков тысяч лет. Важной характеристикой является время образования микрорельефа, которое может быть получено различными методами: дендрохронологическим, радиоуглеродным, археологическим и др. Время образования некоторых микроформ иногда наблюдалось непосредственно и зафиксировано в литературных источниках. Очень часто они образуются во время катастрофических событий. Начало формирования троп вытаптывания, эоловых гряд связывается с антропогенной деятельностью человека и коррелируется с историческими и археологическими данными.

**Ключевые слова:** микрорельеф, рельефообразующие факторы, продолжительность формирования, период сохранности, методы возрастного датирования, горно-таежная зона, Прибайкалье.

### Введение

Термин «микрорельеф» был введен в научный оборот русским ученым почвоведом и геоботаником Г. Н. Высоцким (1865–1940) [2]. Он не менялся за многие десятилетия, и в настоящее время под ним подразумеваются мелкие формы рельефа, обычно не превышающие несколько метров. Образованы преимущественно экзогенными процессами и являются деталями более крупных форм рельефа (например, прирусловые валы и косы, степные блюдца и др.); иногда возникают в результате антропогенной деятельности [1]. Практически во всех энциклопедических изданиях используются одни и те же примеры, и это несмотря на то что в терминологических словарях-справочниках приводятся и другие [8; 9 и др.]. В англоязычной литературе термин «микрорельеф» повторяет в основном его советскую энциклопедическую версию [10].

На примере горно-таежной зоны Прибайкалья, где широко представлен микрорельеф природно-антропогенного происхождения: сейсмогенные деформации (трещины, рвы, уступы), сплывы, оползни, эрозия (линейная, плоскостная и др.), курумы, осыпи, обвальные конусы, эоловые формы, скальные останцы, тропы вытаптывания, следы корневого вывала деревьев, бугристо-западинный и полигональный, рассмотрим роль рельефообразующих факторов, продолжительность формирования, период сохранности и методы возрастного датирования (рис. 1).

Характеристика	Микрорельеф														
	сейсмогенных трещин	сейсмогенных рвов, уступов	сплывов	оползней	осыпей	курумов	скальных останцев	обвальных конусов	линейной эрозии	плоскостной эрозии	эоловых образований	троп вытаптывания	корневого вывала деревьев	бугристо-западинный	полигональный
<b>Рельефообразующие факторы:</b>															
геологическое строение			с	в	с	в	в	с	в	с	н	н		с	с
геоморфологические			в	в	в	н		в			н	с		с	с
климатические			в			с		с	с	с	с	с		в	в
метеорологические			в	в-н	вс	с		в	в	в	в		в	с	в
сейсмические	в	в		в-н	вс	вс	с	в							
геокриологические			сн	н	с	в						н		в	в
гидрогеологические				вс	с	с			с					с	с
антропогенные				в-н					в	с	вс	в			
биотические			с	с					в	в	н	н	в		
почвообразующие			с	н	н			с	в	н	н	с			
<b>Продолжительность формирования:</b>															
секунды															
минуты															
часы															
сутки															
месяцы															
годы															
десяtkи лет															
сотни лет															
тысячи лет															
десяtkи тысяч лет															
<b>Период сохранности:</b>															
годы															
десяtkи лет															
сотни лет															
тысячи лет															
десяtkи тысяч лет			?								?				
<b>Методы возрастного датирования</b>															
исторические															
дендрохронологические															
археологические															
геоморфологические															
радиоуглеродные						?								?	?

Рис. 1. Характеристика формирования микрорельефа в зависимости от природных факторов

Примечание. Значимость рельефообразующего фактора: в – высокая, с – средняя, н – низкая. Знак вопроса (?) – нет однозначного ответа.

## Результаты

Рельефообразующие факторы делятся на постоянные (геологическое строение, геоморфологические), медленноизменяющиеся (климатические, геокриологические, гидрогеологические, биотические, почвообразующие) и быстроизменяющиеся (метеорологические, сейсмические, антропогенные). Их значимость качественно можно оценить от высокого до низкого. Микро-рельеф имеет различную продолжительность формирования от секунд до десятков тысяч лет. Этот временной диапазон характерен вообще и для других рельефообразующих процессов. Период их сохранности составляет от первых до десятков тысяч лет. Важной характеристикой является время образования микро-рельефа, которое может быть получено различными методами: дендрохронологическим, радиоуглеродным, археологическим и др. Время образования некоторых микроформ иногда наблюдалось непосредственно и зафиксировано в литературных источниках.

В Прибайкалье склоны осложнены многочисленными нарушениями (разломами, рвами, понижениями и т. д.), образовавшимися при сильных землетрясениях. В дальнейшем отрицательные формы рельефа заполнялись рыхлыми осадками, сносимыми со склонов, образуя в разрезе слоистую структуру. В качестве примеров приведем краткие сведения по двум сейсмогенным структурам. Первая – Танхойская – пересекает вершинную часть водораздела хребта Хамар-Дабан между реками Рассохой и Немским Ключом (левые притоки р. Переемной) и р. Переемной (Южное Прибайкалье). Радиоуглеродный возраст структуры определен по погребенной почве и равен  $7920 \pm 360$  (ЛУ–2712) л. н. Вторая – Сарминская – расположена в Приольхонье в устьевой части р. Сармы. Ее радиоуглеродный возраст датирован по углям из кострища и равен  $10100 \pm 90$  (ЛУ–2441) л. н. Установлено, что сейсмогенные рвы не перекрыты полностью рыхлыми отложениями и визуально просматриваются в рельефе. Предполагаем, что процесс нивелировки поверхности будет продолжаться еще не одну тысячу лет.

Развитие рельефообразующих процессов часто приурочено к определенному периоду года. Сплывы являются одним из основных склоновых процессов, формирующихся во время выпадения интенсивных дождей в летний период года. Массовое формирование сплывов произошло в июле 1971 г., когда по рекам Южного Прибайкалья проходили катастрофические паводки и сели. Для изученного района они относятся к событиям редкой повторяемости. Цикл повторяемости на одном и том же месте составляет, вероятно, не одну сотню лет. За это время в ложбине формируется дресвяно-щепенистая зона, перекрытая сверху супесчано-суглинистыми отложениями. Материал сплывов в ряде случаев вызывает формирование грязекаменных селей. По рекам и ручьям сплывший материал образует селевые потоки на всем участке русла или на его локальном отрезке. Сохранность сплывов определяется десятками лет. В настоящее время с большим трудом можно установить границы сплывов 1971 г., и в основном по более молодой растительности в ложбине, чем на нетронутым склонам. В степном районе это выглядит иначе. В 1908 г. «в июле на северо-западном берегу Байкала разра-

зился ливень между улусами Еланцы и Кутул (район Тажеранских степей. – *Авт.*), который снес с гор несколько бурятских зимников, смыл мелкий скот и образовал в ложбине довольно значительное озеро, которое существовало еще в 1909 г.» [4]. Следов от этого события не осталось, они оказались стерты последующими природными процессами.

Формирование микрорельефа измеряется различной продолжительностью: от нескольких минут до тысяч и десятков тысяч лет (см. рис. 1). Например, корневой вывал деревьев в прибрежной полосе хребта Хамар-Дабан шириной около 1 км произошел во второй половине лета 1986 г. Ураганный ветер вырвался на берег с севера со стороны Байкала в районе руч. Галанского, развернулся в юго-восточном направлении и вызвал массовый ветровал, преимущественно берез, до р. Утулика (рис. 2). В долине руч. Галанского упало около 10 % деревьев, а в долине р. Бол. Куркавочной – 90 %. На склонах в течение нескольких минут сформировались чашеобразные понижения и микробугры. В 14 км от этого места на метеостанции Байкальск не зафиксировали ураганный ветер.

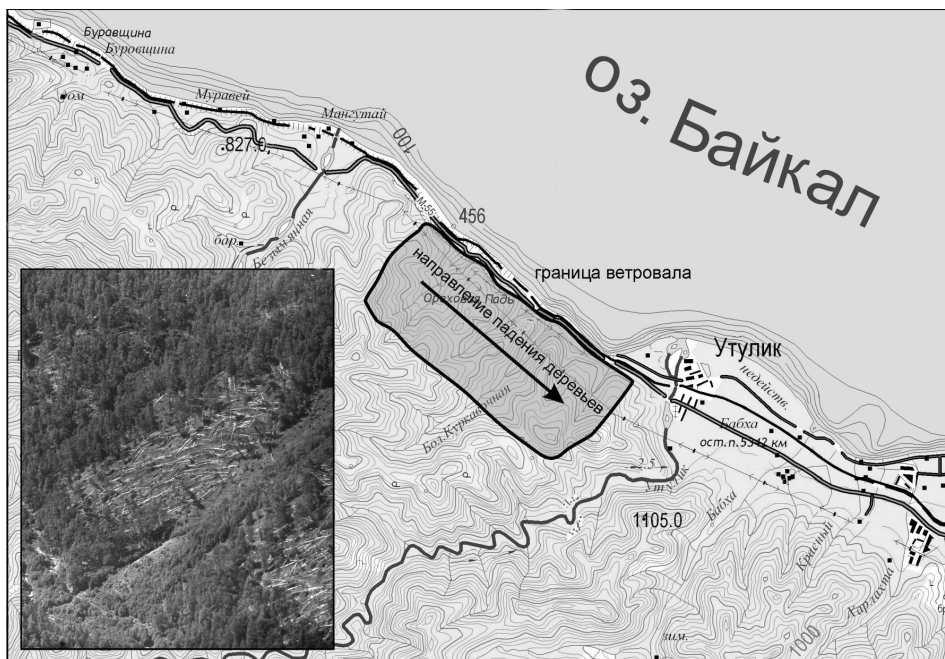


Рис. 2. Ветровал по левому борту долины р. Бол. Куркавочной (июль – август 1986 г.). Фото 2 июля 1988 г. с самолета «Ан-2»

Аналогичный ветровал наблюдался 1 июля 1965 г. на севере Читинского района Забайкальского края. Во время грозы (по данным метеостанции Беклемишево, расположенной в 15 км от места события) отмечено усиление ветра до 14 м/с. Сильным ветром были вырваны с корнем или сломаны стволы на разной высоте у 100 деревьев в полосе длиной 10–12 км на пло-

щади – 6 км<sup>2</sup> [6]. Ветровал в районе г. Балей Забайкальского края наблюдался 19 июля 1997 г. при скорости ветра 24 м/с в течение трех минут [5].

По данным исследований, проведенных на склонах гор севера Сихотэ-Алиня (юг Дальнего Востока), на сохранность форм корневого вывала деревьев оказывают влияние крутизна склона (на крутых склонах сохранность хуже, чем на пологих), увлажненность, тип отложений и характер массового смещения материала [7].

Другим примером длительности формирования микрорельефа могут служить курумы, образование которых продолжается десятки тысяч лет. В среднем течении р. Ангаракан в районе Северо-Муйского хребта склоны долины сложены раннепалеозойскими гранитами и на значительных площадях перекрыты курумами. По характеру развития последних и их взаимоотношению с подстилающими породами здесь выделяются склоны, перекрытые курумами, повторно наложенными на маломощный чехол ледниковых отложений, который в свою очередь залегает на более древних курумовых образованиях, отложившихся перед последним оледенением. Разрез курума в нижней части склона следующий (сверху вниз):

0,0–1,0 м – глыбы средних и крупных размеров, различных форм, с острыми гранями и углами, пустотность до 30 %;

1,0–1,5 м – ледниковые отложения. Глыбы мелких и средних размеров, различных форм, со слегка округлыми гранями и углами, заполнитель – щебень, дресва и песок, содержание до 30 %;

1,5–3,4 м – глыбы средних и крупных размеров, различных форм, с острыми гранями и углами, пустотность 20–30 %.

Правый склон долины р. Ангаракан представляет собой борт ледникового трога, и оледенение здесь происходило в среднечетвертичное время. До оледенения борт долины был покрыт курумами, которые затем перекрылись отложениями боковых морен. После отступления ледника моренные отложения размылись, и сейчас на склоне сохранился маломощный чехол рыхлых связных пород, залегающий на глыбах курумов. В дальнейшем на остаточный чехол ледниковых отложений, с верхней части склона, спустился глыбовый материал и частично перекрыл его, сформировался так называемый двухслойный курум. Источником глыбового материала для курумов служили выходы скальных пород, особенно интенсивно разрушающиеся во время сильных землетрясений.

Для определения дат подвижки курумов применили дендрохронологический метод. Установили, что в районе Северо-Муйского хребта, в среднем течении р. Ангаракан во время сильных землетрясений частота случаев повреждения деревьев отдельными смещающимися глыбами курума резко увеличивалась. Частота случаев повреждения деревьев возрастала также в годы активизации селевой деятельности на Северо-Муйском хребте. Эту особенность отмечал М. Д. Будз [3] в Южном Прибайкалье. Сползание курума отмечалось 20 июня 1960 г. и 3 июля 1962 г. при прохождении селей. В промежутках между годами сильных землетрясений и селевой деятельности случаи нарушения стволов единичны. Особенно активные подвижки глыб

при землетрясениях наблюдаются в местах, где разломы перекрыты обломочным материалом. Там были обнаружены сместившиеся глыбы массой до 4 т.

Смещения глыб курума фиксировались и на стационарных площадках. Они происходили во время снеготаяния и при землетрясениях. Например, 27 августа 2008 г. во время Култукского землетрясения, произошедшего в акватории Южного Байкала, на курумовом склоне в долине р. Подкомарной (район г. Пик Черского, хребет Хамар-Дабан) произошел камнепад.

Движение глыб курума при землетрясениях, по всей видимости, аналогично подвижке рыхлых пород на склоне, т. е. при вибрации резко сдвигается вся толща глыб курума по скальному основанию, и глыбы по всему разрезу меняют свою ориентировку, а отдельные глыбы, потерявшие равновесие, скатываются по поверхности курума, изменяя микрорельеф

При скатывании глыбы дробятся на более мелкие, образуя дресвянощепенисто-глыбовые обломки, которые попадают в пустоты между глыбами. Все, что не попало в пустоты, позже смывается дождевыми осадками с поверхности глыб.

Глыбы курумов могут перемещаться и с помощью снежных лавин. В одном из лавинных лотков по правому борту долины р. Гоуджекит (Байкальский хребет), в 5,6 км к востоку от устья р. Биры, снежные лавины вовлекают в движение глыбы массой 3–4 т, причем более легкие глыбы не только достигали автодороги, но и перелетали через нее.

Период сохранности микроформ измеряется от нескольких лет до тысячи. Овраги в горных районах развиваются достаточно быстро (несколько лет), и после прекращения антропогенного воздействия наступает стадия затухания. Одноразовые сплывы через несколько десятков лет закрываются и с трудом выявляются при полевых исследованиях (на примере сплывов на хр. Морском в долине р. Бол. Сухой, произошедших 15 июля 1942 г.). При неоднократном повторении сплывов зона транзита постоянно очищается от растительности и сохраняет форму. Например, сплывы по левому борту долины р. Ангаракан в районе западного портала Северо-Муйского тоннеля БАМа образуются в ледниковых отложениях, выше их контакта со скальными породами. Ниже они трансформируются в сели с четко выраженными руслами в склоновых отложениях.

Время образования микроформ рельефа во многих случаях может быть установлено с достаточной точностью. Например, тропы вытаптывания на склонах появляются в местах интенсивного выпаса скота. В районе Приольхонья они относятся ко времени курыканской культуры – VI–VIII вв. н. э., а в пос. Бол. Голоустное – к 80-м гг. XVII в., когда в этот район откочевали буряты и образовали на берегу Байкала улусы.

Микроформы на незадернованных склонах могут неоднократно меняться в течение годового цикла. Например, левый берег р. Аносовки в 1,5 км от устья (Танхойская равнина, южное побережье Байкала), сложенный отложениями аносовской свиты неогена, был подмыт рекой в начале 80-х гг. Сформировался оползень, наполовину перегородивший русло. За счет обрушения и осыпания вышезалегающего валунно-галечного материа-

ла с прослоями и линзами песка и гравия он начал перекрываться с образованием конуса. В начале весны на нем формируются эрозионные борозды и рытвины. Летом при выпадении дождей происходит оплывание рыхлого материала, и следы эрозионной деятельности исчезают. При подъеме уровня воды в реке конус подмывается. Иногда в течение нескольких дней, в той или иной последовательности, микроформы рельефа сменяют друг друга.

Формирование эоловых гряд в дельте р. Селенги (Южное Прибайкалье, район между поселками Инкино и Шерашово) началось в  $1089 \pm 55$  (calAD) гг. (ЛУ-2697). В песке выше погребенного почвенного растительного слоя сохранились затесанные деревянные колья от оград (рис. 3, канава 2). В этот период происходило заселение скотоводческими монгольскими племенами территории Юго-Западного Забайкалья со значительной нагрузкой на пастбища. По всей видимости, в этом месте неоднократно возводился деревянный забор. В канаве 1 был вскрыт его фрагмент в средней части разреза песчаной гряды (см. рис. 3). Однозначно можно сказать, что выпас скота в дельте р. Селенги вызвал разрушение почвенно-растительного слоя. Это привело к усилению эолового процесса, а наличие деревянной ограды создало искусственное препятствие для аккумуляции песчаного материала.

В Прибайкалье широко развиты криогенные формы рельефа (сезонные и многолетние бугры пучения, термокарст, морозобойное растрескивание грунтов), которые делятся на современные и реликтовые. Например, морозобойное растрескивание на увлажненных днищах долин рек и ручьев – во многих случаях постоянно протекающий процесс, когда зимой при промерзании грунтов образуются трещины, которые закрываются весной при оттаивании. Масштаб современных криогенных процессов зависит от складывающихся ежегодно гидрологических, гидрогеологических и метеорологических условий. При палеогеографических реконструкциях наиболее интересен возраст образования реликтовых форм криогенного микрорельефа рельефа (бугристо-западинный и мерзлотные клинья), который тесным образом связан с климатическим фактором. Начало формирования бугристо-западинного рельефа относят к верхнему плейстоцену – началу голоцена. Мерзлотные клинья встречаются преимущественно на выположенных участках рельефа на водоразделах и днищах долин. Так, на местном водоразделе рек Илга и Сухой – левых притоков р. Голоустной (Западное Прибайкалье) – сохранилось клинообразное тело, рассекающее галечно-гравийные отложения манзурского аллювия среднечетвертичного возраста. Глубина клина – 3,4 м. Установить время образования мерзлотных клиньев достаточно сложно, так как в них практически отсутствуют следы погребенных почв, и, следовательно, радиоуглеродный метод применить не представляется возможным.

Система мерзлотных клиньев образует полигональный рельеф, следы которого хорошо просматриваются с небольшой высоты на дневной поверхности даже после антропогенного освоения территорий под сельскохозяйственные нужды.

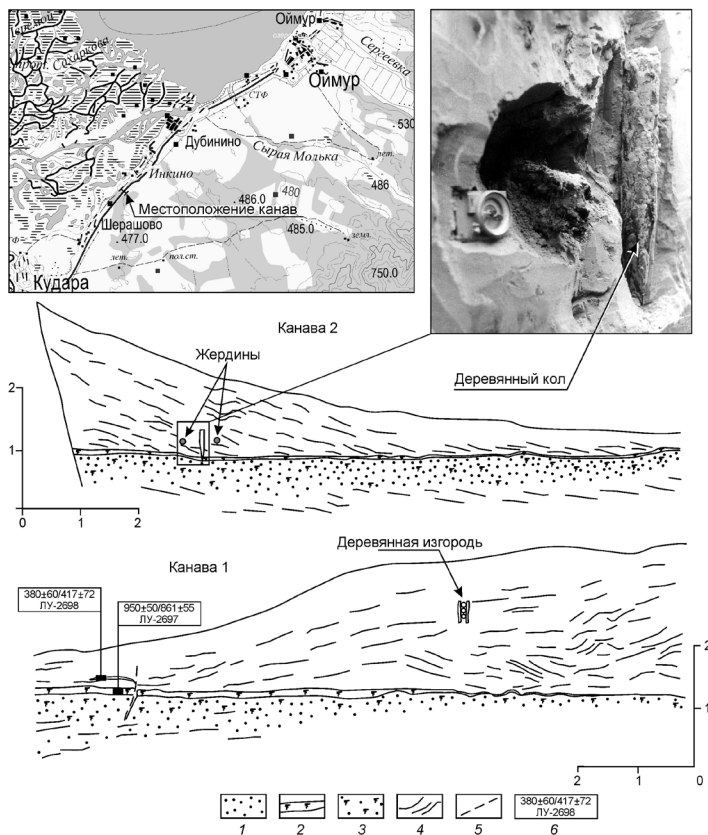


Рис. 3. Разрез эоловой песчаной гряды между поселками Инкино и Шерашово в Южном Прибайкалье в дельте р. Селенги (составлен по материалам совместных работ с Институтом земной коры СО РАН)

1 – песок среднезернистый; 2 – погребенный почвенно-растительный слой; 3 – песок коричневатый слегка гумусированный; 4 – слоистость; 5 – разрывное нарушение; 6 – радиоуглеродный возраст / календарный (cal BP) образца и его номер.

### Заключение

Представленные материалы показали, что многие формы микрорельефа приурочены к катастрофическим событиям. Например, микроформы, связанные с сейсмичностью, могут формироваться в любое время года, а с метеорологическими условиями (аномальные жидкие осадки) – в теплый период, то же самое относится к ураганам ветрам, которые выворачивают деревья. Динамика микроформ на разных этапах развития варьирует в широких пределах – от активного проявления до относительно стабильного состояния. Сохранность микроформ несет информацию о состоянии рельефа. В ряде случаев появляется возможность оценить возраст рельефа и выявить основные тенденции его развития за определенный геологический период с использованием методов возрастного датирования.



## Список литературы

1. Большая российская энциклопедия. – М. : Большая рос. энцикл., 2012. – Т. 20. – 768 с.
2. Большая советская энциклопедия. – 2-е изд. – М. : Большая сов. энцикл., 1954. – Т. 27. – 664 с.
3. Будз М. Д. Условия формирования селей в Прибайкалье : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / М. Д. Будз. – Иркутск, 1965. – 22 с.
4. Вознесенский А. В. Основные данные для изучения климата Восточной Сибири / А. В. Вознесенский, В. Б. Шостакович. – Иркутск [б. и.], 1913. – 484 с.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и природоохранной деятельности в Читинской области за 1997 г. и некоторые итоги охраны природы за 1998–1997 гг. – Чита : Читинское экологическое общество, 1998. – 216 с.
6. Доклад о состоянии окружающей природной среды и природоохранной деятельности в Читинской области за 1995 г. – Чита : Читинское экологическое общество, 1996. – 193 с.
7. Корецкий А. П. Об интенсивности корневого сноса на севере Сихотэ-Алиня / А. П. Корецкий // Экзогенное рельефообразование на Дальнем Востоке. – Владивосток : ДВНЦ, 1985. – С. 79–86.
8. Тимофеев Д. А. Терминология перигляциальной геоморфологии / Д. А. Тимофеев, Е. А. Втюрина. – М. : Наука, 1983. – 233 с.
9. Тимофеев Д. А. Терминология денудации и склонов / Д. А. Тимофеев. – М. : Наука, 1978. – 242 с.
10. Толковый словарь английских геологических терминов. – М. : Мир, 1978. – Т. 2. – 590 с.

## Microrelief Formation in the Baikal Region

S. A. Makarov

*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS*

**Abstract.** The paper considers the issues of micro-relief formation under the influence of various relief-forming factors which are divided into fixed (geological and geomorphologic), slow varying (climatic, geocryological, hydrogeologic, biotic, and soil-forming) and rapidly varying (meteorological, seismic, and anthropogenic). Their significance can be assessed qualitatively from high to low.

The micro-relief has different formation duration from seconds to tens of thousands years. Seismogenic deformation, landslide cone and root inrush trees are generated at rapid-fire pace, thousands and tens of thousands years are spent on the formation of rock glaciers and hummock-and-hollow micro-relief. The form retention period amounts from several to the tens of thousands years. An important feature is the period of micro-relief formation, which can be obtained by various methods: dendrochronological, radiocarbon, archaeological, etc. The formation period of some microforms was sometimes observed directly and recorded in the literature sources. They are formed often during catastrophic events. Early formation of trampled paths and aeolian ridges is associated with anthropogenic activity and correlated with historical and archaeological evidence.

**Keywords:** micro-relief, relief-forming factors, formation duration, retention period, ageing techniques, mountain-taiga zone, the Baikal region.

## References

1. *Bol'shaya rossiiskaya entsiklopediya* [Great Russian encyclopedia]. Moscow, Bol'shaya rossiiskaya entsiklopediya, 2012, vol. 20. 768 p.
2. *Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya* [Great Soviet encyclopedia]. Moscow, Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya, 1954, vol. 27. 664 p.
3. Budz M.D. Usloviya formirovaniya selei v Pribaikal'e. *Extended abstract of candidate's thesis*. Irkutsk, 1965. 22 p. (in Russian)
4. Voznesenskii A.V., Shostakovich V.B. *Osnovnye dannye dlya izucheniya klimata Vostochnoi Sibiri* [Basic data for climate studies of Eastern Siberia]. Irkutsk, 1913. 484 p.
5. *Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei prirodnoi sredy i prirodookhrannoi deyatel'nosti v Chitinskoj oblasti za 1997 g. i nekotorye itogi okhrany prirody za 1998–1997 gg.* [State report on the State of environment and environmental protection in the Chita region for 1997, and some conservation outcomes for the 1997-1998 year]. Chita, Chitagoskomekologiya, 1998. 216 p.
6. *Doklad o sostoyanii okruzhayushchei prirodnoi sredy i prirodookhrannoi deyatel'nosti v Chitinskoj oblasti za 1995 g.* [Report on the State of environment and environmental protection in the Chita region for 1995 year]. Chita, Chitagoskomekologiya, 1996. 193 p.
7. Koretskii A.P. The intensity of the root of the demolition in Northern Sikhote-Alin [Ekzogennoe rel'efoobrazovanie na Dal'nem Vostoke]. Vladivostok, DVNTs, 1985, pp. 79-86 (in Russian).
8. Timofeev D.A., Vtyurina E.A. *Terminologiya periglyatsial'noi geomorfologii* [Terminology periglacial geomorphology]. Moscow, Nauka, 1983. 233 p.
9. Timofeev D.A. *Terminologiya denudatsii i sklonov* [Terminology denudation and slopes]. Moscow, Nauka, 1978. 242 p.
10. *Tolkovyi slovar' angliiskikh geologicheskikh terminov* [Glossary of geology]. Moscow, Mir, 1978, vol. 2. 590 p.

*Макаров Станислав Александрович*  
 доктор географических наук,  
 старший научный сотрудник  
 Институт географии им. В. Б. Сочавы  
 СО РАН  
 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1  
 тел.: (3952) 42-64-22  
 e-mail: makarov@irigs.irk.ru

*Makarov Stanislav Aleksandrovitch*  
 Doctor of Sciences (Geography),  
 Senior Research Scientist  
 V. B. Sochava Institute of Geography  
 SB RAS  
 1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
 tel.: (3952) 42-64-22  
 e-mail: makarov@irigs.irk.ru