

ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ

Российской академии наук



основан в 1918 году



ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Сборник материалов

XVI всероссийской молодежной научной школы-конференции

«Меридиан»

МНОЦ МГУ, г. Пушкино

16–19 октября 2024 г.

ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ РАН

Москва ~ 2024

УДК [910+911](082)
ББК 26.8я431
Г35

Печатается по решению
Ученого совета Института географии РАН

Статьи публикуются в авторской редакции

Рецензенты:

к.г.н. *А.Л. Гуринов*
к.г.н. *А.А. Еланская*

Программный комитет:

д.г.н., член-корр. РАН *О.Н. Соломина* (председатель), к.г.н. *А.И. Крылов*,
к.г.н. *А.Л. Захаров*, к.г.н. *Л.С. Паршина*, к.г.н. *Н.В. Сычев*, к.г.н. *А.В. Шелудков*,
к.г.н. *В.Ю. Украинцев*, *А.И. Рудинская*, *Ю.А. Карпова*, *А.Е. Гнеденко*, *Л.В. Шашерина*,
А.Г. Шматова, *А.П. Яковлева*

Оргкомитет:

А.И. Рудинская (председатель), *А.Е. Гнеденко*, к.г.н. *А. Л. Захаров*, *Ю.А. Карпова*,
к.г.н. *Н.В. Сычев*, к.г.н. *В.Ю. Украинцев*, *Л.В. Шашерина*, к.г.н. *А.В. Шелудков*,
А.Г. Шматова, *А.П. Яковлева*.

Географические исследования в контексте глобальных изменений:

сб. мат. XVI всерос. молодежной науч. школы-конференции «МЕРИДИАН» / отв.
ред. Л.С. Паршина, Н.В. Сычев [и др.]. — М.: ИГ РАН, 2024. — 139 с., ил. —
ISBN 978-5-89658-076-8 — DOI 10.15356/Meridian2024

Ежегодная всероссийская XVI молодежная научная школа-конференция «МЕРИДИАН: географические исследования в контексте глобальных изменений» посвящена широкому спектру вопросов современной географии - существующим подходам к реконструкциям динамики и эволюции природной среды, изучению локальных, региональных и глобальных изменений социально-экономических процессов, полевым, дистанционным и междисциплинарным методам в географии и современным тенденциям физико-географических исследований. Сборник будет интересен как специалистам, так и представителям смежных дисциплин.

Geographis Studies in the Context of Global Changings: col. works from 16th
All.-Russ. young scientists conference "MERIDIAN" / ed. L.S. Parshina [et al.] —
M.: IG RAS, 2024. — 139 p., il. — ISBN — DOI 10.15356/Meridian2024

The annual XVI Youth Scientific Conference "MERIDIAN: Geographical Research in the context of global change" is devoted to a wide range of issues of modern geography - existing approaches to the dynamics and evolution of the natural environment reconstructions, the study of local, regional and global changes in socio-economic processes, field, remote and interdisciplinary methods in geography and current trends in physical geographical research. The book will be interesting for both specialists and representatives of related disciplines.

ISBN 978-5-89658-076-8
DOI 10.15356 /Meridian2024

© Авторы статей, 2024
© Институт географии РАН, 2024

Опыт лихенометрических исследований на селевом конусе в Хибинах

В.В. Смирнова^{1*}, Ю.Р. Беляев¹, Е.В. Гаранкина^{1,2}, К.А. Кочубей^{1,3},
Ю.А. Полетаева¹, Т.И. Тихонова¹, М.Э. Иоч¹, А.И. Рудинская²,
Д.В. Мишурицкий⁴

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Россия

²Институт географии РАН, 119017, Москва, Россия

³Геофизический центр РАН, 119296, Москва, Россия

⁴ГБОУ «Пятьдесят седьмая школа», 119019, Москва, Россия

*smirnova_veronika_01@bk.ru

Локализованные в руслах процессы единовременного массового смещения рыхлого материала, такие как лавины, водоснежные потоки и сели, играют ключевую роль в постледниковой трансформации рельефа и ландшафтов низкогорий в Субарктике. Склоновый материал, вовлеченный в гравитационное движение, следует транзитом по днищу долин, флювиальная деятельность в которых имеет подчиненное значение [6]. Зарождаясь преимущественно в водосборах первого порядка (по Штраллеру), селевые потоки формируют на выходе из долин грубообломочные конусы выноса.

Опасные гравитационные явления способствуют денудации горных территорий путем попятного отступания склонов. Вычисление объемов голоценовых пролювиально-селевых конусов может быть шагом на пути к расчету темпов послеледниковой эрозии расчлененных платоподобных массивов перигляциальных областей. Периодичность реализации селевого процесса – еще одна неизвестная в этом уравнении.

В данной работе предпринимается попытка реконструкции селевой истории ключевого бассейна в Западных Хибинах путем определения возраста экспонирования (возраста колонизации лишайниками) поверхности селевых валунных отложений. Попутной задачей является выявление возможностей и ограничений лихенометрического метода применительно к датированию селевых отложений Хибин.

Ключевой объект исследования – долина Алявумйока – расположена на левом борту трога р. Малой Белой. Длина Алявумйока составляет чуть менее 3 км, общее падение долины – более 550 м, площадь бассейна – 1.6 км². Фонируют здесь хибиниты – породы первой фазы внедрения Хибинской щелочной интрузии девонского возраста. В верховьях бассейна располагается эрозионно-нивацционная ниша. В среднем течении русло Алявумйока на 20–22 м врзано в моренную толщу, служащую основным источником селевых отложений. На участке торможения потока в створе правого коленообразного поворота долины в ее днище есть аккумулятивные формы: селевые гряды и узкие селевые террасы высотой 1–2 м над урезом. Граница зоны леса проходит на высоте 420–460 м, а верхняя половина водосбора располагается в горно-тундровом поясе.

Терминальная зона разгрузки (селевой конус выноса) Алявумйока занимает территорию около 0.16 км² (рис. 1). По ландшафтным и морфологическим признакам установлено, что она образована несколькими разновозрастными генерациями селевых отложений [4, 5].

Лихенометрия как метод определения возраста каменной поверхности путем измерения диаметров накипных лишайников с известной скоростью прироста завоевала популярность среди исследователей Субарктики. В суровых условиях широко распространены поля глыб и валунов разного генезиса, колонизируемые эпилитными лишайниками. Тем не менее, данный метод со времен его появления в 1950-х годах и до настоящего времени остается крайне дискуссионным. Основными поводами для критики (например, [7]) служат: 1) отсутствие надежных эмпирических подтверждений ключевым допущениям о биологии лишайников, на которых базируется метод; 2) невозпроизводимость исследований на основе лихенометрии; 3) статистические манипуляции с выборками и необоснованные аппроксимации графиков зависимости «диаметр – возраст»; 4) отсутствие в работах попыток оценить влияние на результат перечисленных и других ошибок.

Процедура сбора данных нами была организована следующим образом. На предварительно выбранных генетически однородных площадках размечались участки под 1–3 выборки (насколько того позволял размер площадки), разнесенные между собой на первые десятки метров с целью нивелировать влияние локальных факторов, сказывающихся на темпах роста лишайников. Каждая выборка включала 100 случайных обломков, на каждом из которых определялся крупнейший и максимально округлый таллом. Было замечено, что аномально большие размеры приобретают слоевища, субстратом для которых выступают обломки пород жильных фаций (пегматитов), а также валуны гранитоидов, встречающиеся в составе эрратики. По этой причине при наполнении выборок нами использовались только обломки фоновых здесь хибинитов.

Измерялись исключительно талломы арктоальпийских циркумполярных видов *Rhizocarpon geographicum* и *Rhizocarpon alpicola* – внешне очень схожие между собой. Эти виды хорошо узнаваемы за счет характерной ярко-лаймовой окраски ареол, компактно собранных на черном подслоевиище.

С помощью гибкой металлической линейки с полумиллиметровой ценой деления измерялись наибольшая ось лишайника и ось, перпендикулярная ей. В случае, если отношение ширины к длине оказывалось менее 0.75, лишайник исключался из дальнейших расчетов [2]. Количество таких особей в выборках составляло 7–30%.

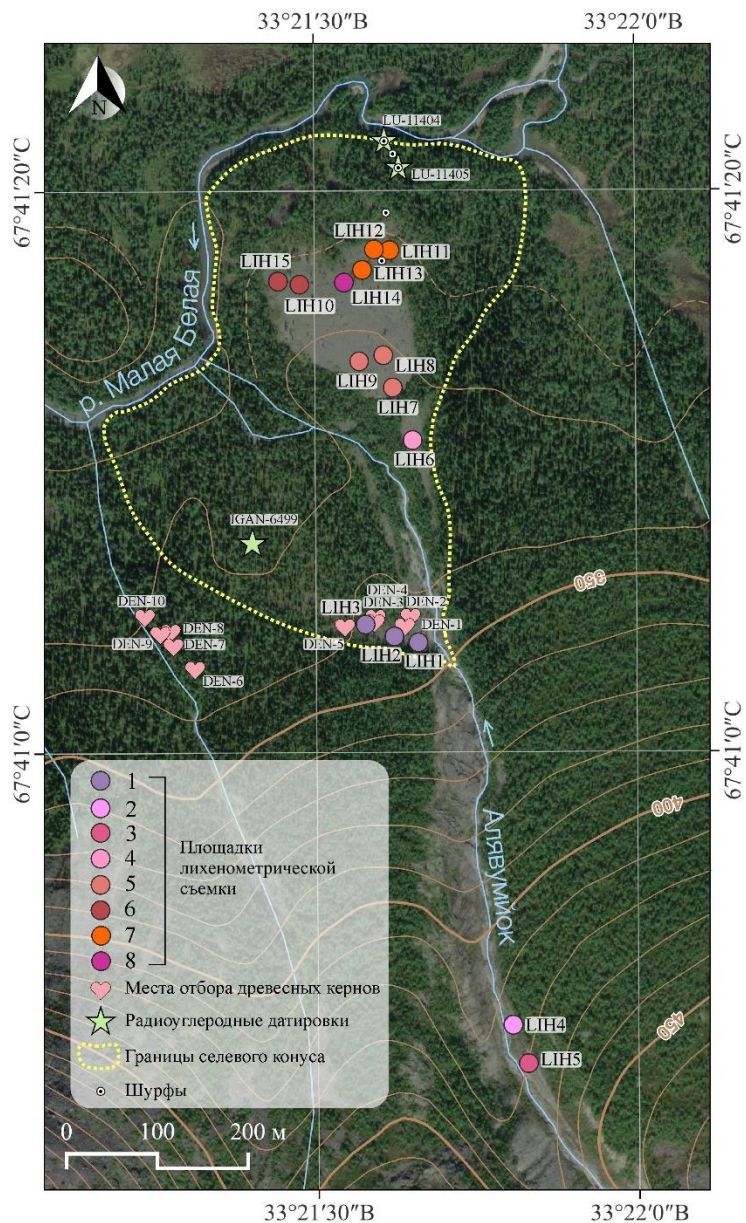


Рис. 1. Расположение лихенометрических площадок в нижнем течении Алявумйока

На рост лишайника оказывают влияние влажность, химизм субстрата, наличие определенных органических соединений и другие факторы. В этой связи в популяциях характерно наличие чрезвычайно больших особей, приводящих к выбросам в выборке. С другой стороны, из-за смертности «взрослые» лишайники встречаются реже, а шанс обнаружения наиболее «старой» особи и вовсе близок к нулю. Поэтому для нахождения наибольшего диаметра А.А. Галанин предложил метод логарифмического тренда [3]. Для вариационного ряда выборки подбирается уравнение вида $Y = a \ln X + b$, где X – порядковый номер таллома в ряду, Y – ожидаемый его диаметр, a , b – коэффициенты. При этом коэффициент b предсказывает максимальный теоретический диаметр самого старшего таллома. Значения, превышающие b , относятся к выбросам. Данное уравнение почти во всех случаях с высокой достоверностью ($R^2 > 0.85$) описывает полученные нами ряды. Вычисленные таким образом теоретические диаметры приведены в табл. 1.

Согласно [1], скорости прироста *Rhizocarpon geographicum* в Хибинах составляют 20 мм в первые 100 лет и 18 ± 3 мм в последующие столетия. Эти оценки получены на основе прямолинейной зависимости скорости прироста от суммы среднемесячных температур за период с положительной температурой.

Таблица 1. Результаты лихенометрических исследований в бассейне Алявумйока.

Площадка (номера выборок)	Позиция	R2	Теоретический максимальный диаметр (b)	Возраст согласно [3]
1 (LH1, LH2, LH3)	Выплеск в верхней части левой (западной) лопасти конуса Алявумйока (ниже скальной ступени)	0.928	46.0 мм	224–273 л.
2 (LH4)	Высокая селевая терраса на правом берегу Алявумйока в створе его правого поворота (зона разгрузки потока при торможении)	0.970	47.0 мм	226–277 л.
3 (LH5)	Нижняя селевая терраса на правом берегу Алявумйока в створе его правого поворота (зона разгрузки потока при торможении)	0.960	49.5 мм	240–297 л.
4 (LH6)	Селевой выплеск в виде валунно- щелбиного «перешейка» к северу от большой оголенной лопасти (вокруг одиночной молодой ели в расширенной лопастевидной части) в расширенной лопастевидной части)	0.862	26.5 мм	131–143 л.

Площадка (номера выборки)	Позиция	R2	Теоретический максимальный диаметр (b)	Возраст согласно [3]
5 (ЛН7, ЛН8, ЛН9)	Верхняя выпуклая часть оголенного каплевидного фрагмента конуса (центральная часть конуса выноса)	0.944	30.0 мм	147–166 л.
6 (ЛН10, ЛН15)	Левая (северо-западная) оконечность (лопасть) большого безлесого фрагмента конуса выноса Алявумйока	0.756	49.0 мм	238–293 л.
7 (ЛН11, ЛН12, ЛН13)	Правая (северо-восточная) оконечность (лопасть) большого безлесого фрагмента конуса выноса Алявумйока	0.945	48.5 мм	235–290 л.
8 (ЛН14)	Фронтальная часть оголенного фрагмента конуса в районе верхней прибровочной части склона, расположенного между двумя лопастями	0.855	32.5 мм	160–183 л.

Дополнительно сравнены выборки ЛН4 и ЛН5 из популяций лишайников, населяющих 2 яруса узких селевых террас в среднем течении Алявумйока. Данный тест призван продемонстрировать дифференциацию диаметров таллов на селевом рельефе заведомо разного возраста. Результат исследования выборки, тем не менее, не оправдал ожиданий. Предположительно, на транзитном участке долины, судя по наличию глыб с большим проективным покрытием лишайниками, нередки случаи выживания особей в селевом потоке. Другая возможная причина – экранирование поверхности снежниками, сохраняющимися длительное время в ложбинах у тыловых швов террасок.

Также полученные лихенометрические оценки сравнивались с датировками по годичным кольцам деревьев [4] в верхней части западной генерации конуса (рис. 1). Возраст селевого выплеска, по годичным кольцам деревьев, составляет 175–177 лет, тогда как по лихенометрии с использованием подхода Т.В. Ващаловой [1] данное событие произошло не менее 224 лет назад (поскольку в расчетах не учтен период колонизации).

Исследования селевых конусов в Хибинах представляют большой интерес в аспекте реконструкций палеоклимата региона. Лихенометрия – проблемный, но не бесперспективный метод, тем не менее, для уверенного пользования требующий большого объема подготовительных работ по выявлению зависимостей «размер лишайника – возраст каменной поверхности», а также прозрачности используемых при этом процедур. Многообещающим

представляется сочетание лихенометрического, дендрохронологического и радиоуглеродного методов датирования селевых поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ващалова Т.В. Палеогеографический подход к реконструкции лавинной активности в целях долгосрочного прогноза (на примере Хибин). Автореф. дис. к.г.н. М.: Изд-во МГУ. 1987. 24 с.
2. Ващалова Т.В., Кошоев М.К., Мягков С.М., Шебалина Т.Ю. Применение лихенометрии в геоморфологических исследованиях (обзор состояния, перспективы развития). М.: ВИНТИ. 1988. 67 с.
3. Галанин А. А. Лихенометрический метод изучения криогенных процессов // Наука и техника в Якутии. 2012. №1 (22). С. 8–14.
4. Рудинская А.И., Гаранкина Е.В., Семеняк Н.С., Беляев В.Р., Шеремецкая Е.Д., Беляев Ю.Р. Реконструкция позднеголоценовых селевых событий Хибин // Пути эволюционной географии – 2021. Выпуск 2. Материалы II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти проф. А.А. Величко. Т.2. М.: Институт географии Российской академии наук. 2021. С. 322-325.
5. Смирнова В.В., Рудинская А.И., Беляев Ю.Р., Гаранкина Е.В., Шеремецкая Е.Д., Беляев В.Р. Свидетельства голоценовых селевых событий в долине Алявумйока (Западные Хибин) // Сборник материалов XV всероссийской молодежной школы-конференции Меридиан. М.: ИГ РАН. 2023. С. 217–222.
6. Garankina E., Belyaev V., Romanenko F., Ivanov M., Kuzmenkova N., Gurinov A., Tulyakov E. Magnitude and frequency of debris and slush flows in the Khibiny mountain valleys, Kola peninsula, NW Russia // Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences. 2019. № 381. P. 37–47.
7. Osborn, G., McCarthy, D., LaBrie, A., & Burke, R. Lichenometric Dating Science or Pseudo-Science? // Quaternary Research. 2015. № 83 (01). P. 1–12.

Научное издание

**Географические исследования
в контексте глобальных изменений**

Ответственные редакторы **Паршина** Любовь Сергеевна, **Сычев** Никита
Владиславович

Редакторы:

Гнеденко Ангелина Евгеньевна
Захаров Андрей Леонидович
Рудинская Анна Ивановна
Шашерина Лидия Всеволодовна
Шелудков Александр Владимирович
Шматова Анастасия Геннадьевна
Яковлева Алёна Павловна

Верстка *А. Г. Шматова, А. П. Яковлева*

Формат 148×210 мм
Электронное издание

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт географии Российской академии наук
119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29, стр. 4.