

**XXXVII ПЛЕНУМ
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КОМИССИИ РАН**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

5–10 сентября 2023 года
г. Иркутск



Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук
Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук
Институт географии Российской академии наук
Ассоциация геоморфологов России

**XXXVII ПЛЕНУМ
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КОМИССИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием

(Иркутск, 5–10 сентября 2023 года)

Тезисы докладов

Иркутск
2023

УДК 551.4+551.8
ББК 26.823+26323
Т 671

Председатель Оргкомитета конференции: д.г.н. Ю.В. Рыжов (отв. ред.)
Оргкомитет: д.г.н. В.М. Плюсин, д.г.н. О.И. Баженова, к.г.н. М.Ю. Опекунова, вед. инж. М.В. Смирнов

XXXVII пленум Геоморфологической комиссии Российской академии наук:
Т 671 Тезисы докладов всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Иркутск, 5–10 сентября 2023 года). – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2023. – 368 с.

XXXVII Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences. Abstracts of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (Irkutsk, September 5–10, 2023). Irkutsk: Institute of the Earth's Crust SB RAS, 2023. 368 p.

ISBN 978-5-6046471-2-7

Тематика работ, представленных в сборнике, охватывает широкий круг вопросов, связанных с геоморфологией и палеогеографией. Публикуемые статьи разделены на 12 основных направлений: структурная геоморфология и неотектоника, климатическая геоморфология, флювиальная геоморфология, геоморфология аридных зон, гляциальная и перигляциальная геоморфология, склоновые процессы и формы рельефа, прикладная геоморфология, геоархеология, антропогенная геоморфология, планетарная геоморфология, история геоморфологии, экологическая геоморфология.

Сборник адресован широкому кругу специалистов в области геоморфологии и палеогеографии, четвертичной геологии, а также студентам и аспирантам вузов соответствующих специальностей.

УДК 551.4+551.8
ББК 26.823+26.323

Утверждено к печати Ученым советом ИЗК СО РАН (протокол № 7 от 29.06.2023)



ISBN 978-5-6046471-2-7

© Институт земной коры СО РАН, 2023

глубоких водобойных колодцев при их вершинах, что не обеспечивает их расширение за счет обрушения бровок в результате регрессивной эрозии.

Следует добавить, что с начала 2000-х гг. авторами ведутся инструментальные наблюдения за линейным, площадным и объемным приростом шести различных типов оврагов [2].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00194 (<https://rscf.ru/project/23-27-00194/>).

1. Рысин И.И. Овражная эрозия в Удмуртии. Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 1998. 274 с.

2. Григорьев И.И., Рысин И.И. Многолетняя динамика линейного, площадного и объемного прироста оврагов на территории Удмуртии // Геоморфология. 2022. Т. 53. № 4. С. 56–73. DOI:10.31857/S0435428122040058.

3. Рысин И.И., Зайцева М.И., Сунцов Д.А. Влияние ширины и глубины вершинного уступа оврагов на скорость их роста на территории Удмуртии // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2021. Т. 31. Вып. 1. С. 76–87. DOI:10.35634/2512-9518-2021-31-1-76-87.

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРОБ НА РАЗНЫХ ВЫСОТАХ ГИМАЛАЕВ

Т.В. Сапелко

Институт озероведения РАН, СПб ФИЦ РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, tsapelko@mail.ru

Аннотация. Палинологические данные поверхностных проб донных отложений озер на разных высотных отметках Гималаев показали высокий уровень влияния антропогенной нагрузки практически на все изученные озера. В озерах Западных Гималаев выявлены наиболее существенные изменения. Во многих случаях палинологический анализ показал несоответствие палиноспектров растительным поясам, в которых расположены озера, что свидетельствует в основном об антропогенном характере современного растительного покрова. Анализ состава непыльцевых палиноморф подтвердил сделанные выводы. Экспресс-методика изучения поверхностных проб озерных отложений для предварительной оценки экологического состояния озер горной системы Гималаев позволит в дальнейшем применять эту методику для озер других регионов.

Ключевые слова: горное озеро; пыльца; поверхностная проба; антропогенное воздействие

NEW RESULTS OF SURFACE POLLEN SAMPLES AT THE HIMALAYAS DIFFERENT LEVEL

T.V. Sapelko

Institute of Limnology, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia

Abstract. Pollen data of lakes surface sediments samples at different heights of Himalayas the showed a high level of human impact on almost all the studied lakes. The most significant changes were revealed in the Western Himalayas lakes. In many cases pollen analysis showed that the pollen spectra didn't correspond

to the vegetation belt in which the lakes are located which indicates mainly the human impact to the modern vegetation cover. Non-pollen palynomorphs analysis confirmed the pollen results conclusions. An express method for the Himalayas lake sediments surface samples studying for a preliminary assessment of the ecological lakes state will help it possible to apply this method too other regions lakes in the future.

Keywords: mountain lake; pollen; surface sample; human impact

Изучение поверхностных проб верхнего неконсолидированного слоя донных отложений озер с помощью палинологического метода позволяет получать данные о современном состоянии озера, о развитии ландшафтов на озерных водосборах. Кроме озерных поверхностных проб отбирают и почвенные поверхностные пробы, по которым можно определить вертикальную поясность растительности горных областей. Экспресс-метод оценки современного состояния озер с помощью спорово-пыльцевого анализа поверхностных проб донных отложений позволяет получать быструю информацию при невозможности длительных работ на озерах [1].

В рамках экспедиций Центра гималайских научных исследований Санкт-Петербургского союза ученых в 2017–2018 гг. [2] проводились исследования озер Западных (Химачал-Прадеш, Индия), Центральных Гималаев (долины Катманду и Покхара в Непале) и юго-западной части Тибета (Кейронг – Кайлас) с отбором поверхностных проб для палинологического анализа (рис. 1). Помимо озер, спорово-пыльцевые спектры изучались в почвенных пробах с разных высотных отметок и из различных ландшафтов для установления изменений растительных сообществ в контексте высотной поясности. Дальнейшие аналитические работы отобранного материала по озерным пробам проводились в рамках темы ИНОЗ РАН. Вместе с изучением пыльцы и спор для реконструкции озерных экосистем определялись непыльцевые палиноморфы, такие как водоросли, фитоциты, споры грибов, микрофауна и т.д.

В последние годы появились публикации с результатами изучения поверхностных проб и пыльцевого дождя на Тибетском плато [3–5]. В основном подобные исследования современного распространения пыльцы проводятся с целью построения передаточных функций для реконструкции изменения количественных показателей климата в голоцене [6]. Однако наши исследования показали, что, помимо накопления материала для баз данных и уточнения имеющихся реконструкций, палинологические исследования поверхностных проб донных отложений озер могут дать предварительную оценку современного состояния озер.

На высотах от 336 до 4257 м над уровнем моря в **Западных Гималаях** было отобрано 29 озерных и почвенных поверхностных проб (рис. 1), в том числе пробы из двух крупных водохранилищ. Почти все пробы показали высокое антропогенное воздействие, которое особенно отразилось на озерах. Озера относительно ненарушенных ландшафтов изучались в природном парке недалеко от г. Ревалсар. Четыре небольших мелководных озера расположены на высотах 1504–1700 м над уровнем моря с рН от 6.2 до 7.5. Спорово-пыльцевой анализ с определением непыльцевых палиноморф показал относительно хорошее экологическое состояние всех четырех озер, особенно по сравнению с озером, расположенным поблизости, в центре г. Ревалсар, разница в их палиноспектрах очень значительная. Спектры различаются как по составу пыльцы, так и по составу непыльцевых палиноморф, например спор грибов. По данным спорово-пыльцевого анализа четырех озер природного парка соотношение пыльцы древесных и травянистых пород примерно одинаково. Среди древесных преобладает пыльца сосны, определены также ее устьица. Пыльца злаков доминирует среди трав. Рудеральная растительность представлена в основном травами семейств Polygonaceae и Cichariaceae. Споры представлены в основном папоротниками. Непыльцевые палиноморфы представлены главным образом спорами грибов, разнообразие которых велико, постоянно встречаются споры *Glomus*. Отмечается большое содержание микрочастиц углей. Таким образом, палиноспектры четырех озер на территории природного парка отражают наиболее ненарушенные природные обстановки из всех изученных озер Западных Гималаев. О чистоте воды в озерах свидетельствует состав водной растительности, например *Nymphaea*. Тем не менее 61 % непыльцевых палиноморф

представлены в основном спорами грибов, которые являются показателями эрозии почв, активного скотоводства и т.д. Высокое содержание микрочастиц углей также является свидетельством хозяйственной деятельности человека. На основании цифровой модели рельефа и анализа поверхностных проб была получена характеристика современной растительности Западных Гималаев в зависимости от высотных отметок. Отмечены высокие проценты распространения антропогенных ландшафтов (пашни, пустоши, урбанизированные области) по мере снижения высоты.

В Центральных Гималаях на территории Непала отобрано десять проб, включая почвенные. Исследования проводились в долине Покхара (рис. 1) на озерах Фева (742 м над уровнем моря), Бегнас (650 м над уровнем моря) и Рупа (600 м над уровнем моря). Поверхностные пробы донных отложений, отобранные из оз. Рупа, с максимальной глубиной не более 6 м, показали минимальные антропогенные изменения растительного покрова на водосборе среди изученных озер. Самые значительные изменения установлены для оз. Бегнас. Спорово-пыльцевой анализ показал высокое содержание и разнообразие пыльцы травянистых пород. Преобладает пыльца Сурегасеае, Роасеае, Asteraceae. Среди древесных пород доминирует пыльца сосны. Папоротники преобладают среди спор. Очень значительно содержание микрочастиц углей. Отмечается большое разнообразие и содержание спор грибов. Процентное содержание спор *Glomus* невелико. Отмечается незначительное количество остатков микрофауны, диатомовых водорослей и фитоцитов.

На территории юго-западной части Тибетского нагорья изучено 19 озерных, болотных, аллювиальных и почвенных поверхностных проб. Изучались донные отложения озер Манасаровар (4590 м над уровнем моря), Ракшастал (4575 м), Гунг-Гью-Цо (4768 м), Пелку-Цо (4618 м), Ко Цо Лунг (4670 м) и других небольших озер. Палинологические данные получены для различного типа озер. Спорово-пыльцевой анализ поверхностных проб оз. Ракшастал показал преобладание пыльцы травянистых пород, среди которых основная роль принадлежит Сурегасеае и *Artemisia* (рис. 2). На восточном берегу озера помимо поверхностной пробы, которая охватывает последние 5–10 лет (pp13), изучены также два образца, отобранные последовательно из глинистых отложений, связанных с более глубоководными древними озерными отложениями голоцена. Нижний слой глинистых отложений (pp14a) наиболее богат пылью и разнообразными непыльцевыми палиноморфами (микрочастицы углей, остатки микрофауны, споры грибов, фитоциты, а также большое количество диатомовых водорослей). Среди пыльцы древесных пород преобладает пыльца *Pinus*, определена пыльца *Quercus*. Травянистая растительность разнообразна, преобладают полыни, осоковые, злаки и маревые. Отмечены рудеральные виды трав. Широко представлена водная растительность.

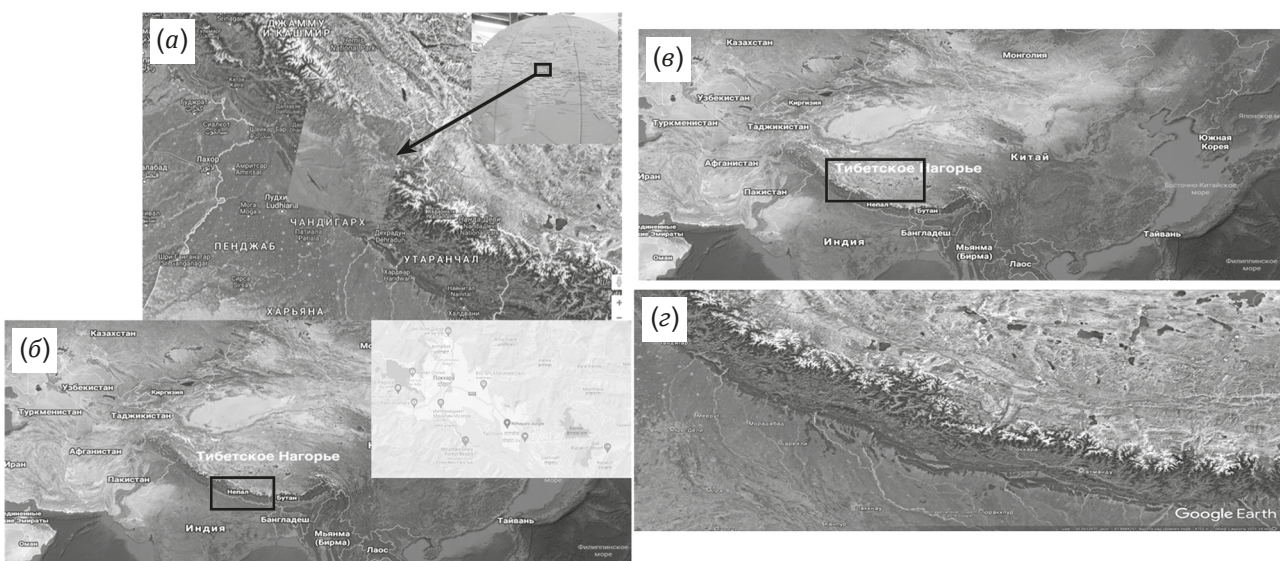


Рис. 1. Районы исследований: (а) – Западные Гималаи (Индия); (б) – Центральные Гималаи (Непал); (в, з) – юго-западная часть Тибетского нагорья.

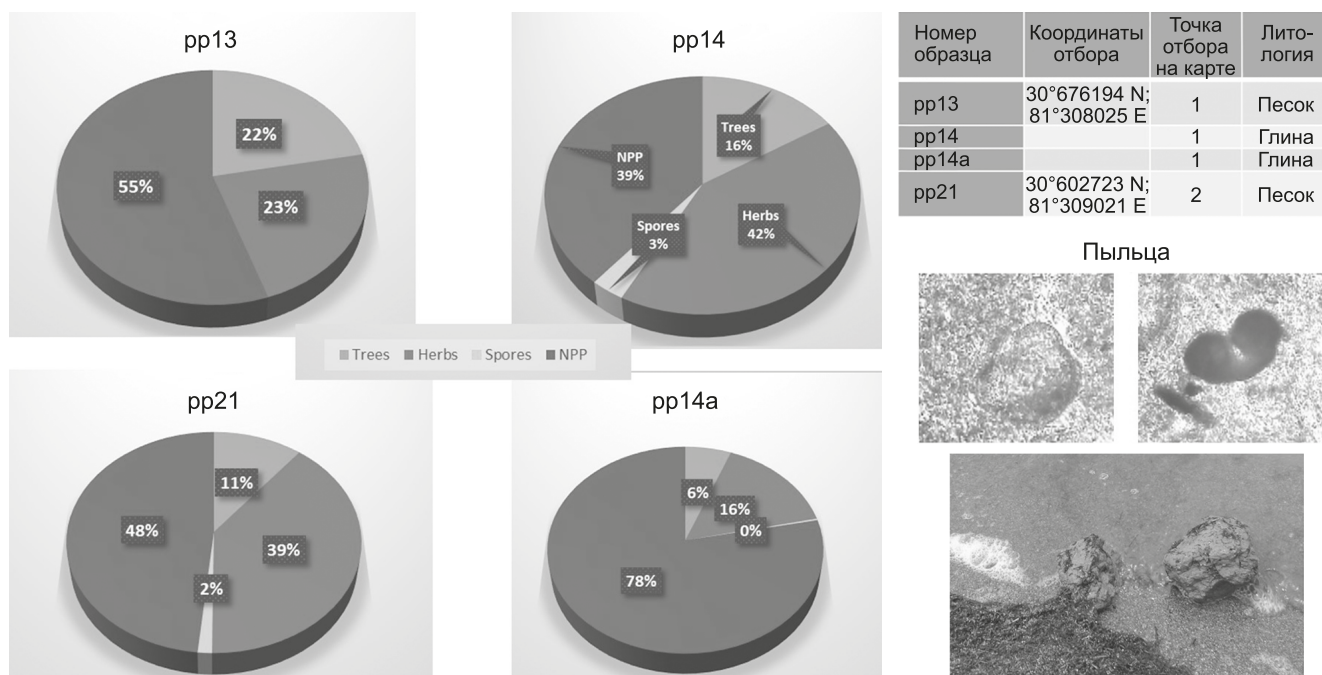


Рис. 2. Соотношение содержания пыльцы древесных, травянистых пород, спор и других непыльцевых палиноморф (NPP) в поверхностном слое донных отложений оз. Ракшастал (Тибет).

Определен папоротник-мезофит *Cryptogramma crispera*. Среди диатомовых водорослей также отмечено видовое разнообразие. Все водоросли пресноводные, их видовой состав указывает на высокопродуктивный статус озера. Климат в этот период был более влажным, чем сейчас, а трофический статус оз. Ракшастал значительно выше.

В верхнем горизонте глинистых отложений (pp14) в составе древесных пород также преобладает пыльца *Pinus*, появляется *Tsuga*, практически исчезает пыльца термофильных видов. Значительно увеличивается распространение перигляциальных травянистых сообществ. По-прежнему встречаются рудеральные травы. Сокращается содержание водной растительности, а также резко уменьшается содержание диатомовых водорослей. Озеро в это время стало мезотрофным. Климат становится более прохладным и сухим.

Субрецентные пробы из верхнего слоя озерных отложений (pp13) отражают современную растительность альпийских степей. Отмечена пыльца древесных пород *Betula*, *Pinus*, *Tsuga* и др. В южной части озера (pp21) обнаружена пыльца термофильных видов. Среди трав преобладают *Artemisia*, *Cyperaceae*, *Poaceae* и *Ariaceae*. Встречаются остатки микрофауны (рис. 2). О местах выпаса травоядных животных на водосборе озера свидетельствуют находки копрофильных грибов *Sordaria*, растущих на навозе [7]. Уменьшается содержание диатомовых водорослей, их состав становится беднее, присутствуют только пресноводные виды.

Полученные результаты говорят об изменении экосистемы оз. Ракшастал и смене растительности в озере и на его водосборе. Климат со времени формирования глин стал теплее. Озеро все это время оставалось пресноводным, но при этом менялся его трофический статус. Отмечены косвенные признаки присутствия людей на водосборе озера. На берегу озера найдена кость яка, которая была датирована с помощью радиоуглеродного анализа [8], выполненного в лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии Института географии РАН (г. Москва). Анализ показал возраст в 1445 ± 20 ^{14}C лет назад или 1333 калиброванных лет назад. Таким образом, можно говорить о динамике природных обстановок по крайней мере в течение последних двух тысячелетий.

Полученные результаты современного состояния озерных экосистем Гималаев позволили сравнить данные на значительной площади труднодоступных горных систем, на разных высотных

отметках, в различных ландшафтах и растительных поясах (субтропические широколиственные, смешанные хвойно-листопадные леса, альпийские луга, горные пустыни и т.д.). В настоящее время получены лишь предварительные результаты, однако уже на этом этапе полученные данные позволяют сделать некоторые выводы. Сравнивая результаты изучения поверхностных проб по всем изученным озерам, можно говорить о высокой антропогенной нагрузке в регионе. При этом наиболее серьезные изменения отмечены в озерах Западных Гималаев на территории Индии. Озерные экосистемы очень чувствительны к изменениям ландшафтов на их водосборах, особенно к изменению растительности. Палинологический анализ во многих случаях показал несоответствие палиноспектров растительным поясам, в которых расположены озера, что свидетельствует в основном об антропогенном характере современного растительного покрова. Наиболее высокий уровень антропогенного воздействия отмечен для озер, расположенных на более низких высотах.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН по теме № FMNG-2019-0004.

1. Сапелко Т.В. Палинология озер Гималаев и Тибета // Российские исследования Гималаев и Тибета – 2021: природа и культура: Материалы конференции (23–24 ноября, 2021 г., Санкт-Петербург) / Ред. Л.Я. Боркин. СПб.: Европейский Дом, 2021. С. 48–50.

2. Боркин Л.Я., Андреев А.В., Ганнибал Б.К., Литвинчук С.Н., Мельников Д.А., Сапелко Т.В., Скорин Д.В. Биогеографические экспедиции Санкт-Петербургского союза ученых в Гималаи и Тибет: некоторые итоги // Актуальные вопросы биогеографии: Материалы международной конференции (9–12 октября, 2018 г., Санкт-Петербург). СПб.: СПбГУ, 2018. С. 56–58.

3. Li Q. Distribution and vegetation representation of pollen assemblages from surface sediments of Nam Co, a large alpine lake in the central Tibetan Plateau // *Vegetation History and Archaeobotany*. 2019. Vol. 28. Iss. 4. P. 365–377. DOI:10.1007/s00334-018-0699-2.

4. Shen C., Liu K., Tang L., Overpeck J.T. Modern pollen rain in the Tibetan Plateau // *Frontiers in Earth Sciences*. 2021. Vol. 9. 732441. DOI:10.3389/feart.2021.732441.

5. Herzschuh U., Birks H.J.B., Mischke S., Zhang C., Böhner J. A modern pollen-climate calibration set based on lake sediments from the Tibetan Plateau and its application to a Late Quaternary pollen record from the Qilian Mountains // *Journal of Biogeography*. 2010. Vol. 37. Iss. 4. P. 752–766. DOI:10.1111/j.1365-2699.2009.02245.x.

6. Lu H., Wu N., Liu K., Zhu L., Yang X., Yao T., Wang L., Li Q. et al. Modern pollen distributions in Qinghai-Tibetan Plateau and the development of transfer functions for reconstructing Holocene environmental changes // *Quaternary Science Reviews*. 2011. Vol. 30. Iss. 7–8. P. 947–966. DOI:10.1016/j.quascirev.2011.01.008.

7. Van Geel B., Aptroot A. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits // *Nova Hedwigia*. 2006. Vol. 82. Iss. 3–4. P. 313–329. DOI:10.1127/0029-5035/2006/0082-0313.

8. Боркин Л.Я., Барышников Г.Ф., Литвинчук С.Н., Сапелко Т.В. Позднеголоценовые млекопитающие и реконструкция изменений природной среды озера Ракшастал (Ланга-Цо) и его окрестностей, провинция Нгари, Юго-Западный Тибет // Российские исследования Гималаев и Тибета – 2021: природа и культура: Материалы конференции (23–24 ноября, 2021 г., Санкт-Петербург) / Ред. Л.Я. Боркин. СПб.: Европейский Дом, 2021. С. 71–74.