

## БОТАНИКА

Научная статья

УДК 581.55; 582.29

EDN: AYENBJ

doi: 10.17072/1994-9952-2025-3-235-239



### К изучению влияния экспозиции склонов на распределение лишайников на береговых скалах (река Чусовая, Средний Урал)

Екатерина Андреевна Лаврская<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия,  
ekandr.sh@yandex.ru

<sup>2</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

**Аннотация.** На береговых скальных обнажениях в долине р. Чусовой геоботаническими методами проведено изучение лишайникового покрова. Проанализировано влияние ориентации склонов на распространение лишайников по скалам. Работы проводились в среднем течении р. Чусовой на территории Свердловской обл. и Пермского края. Всего заложено 712 учетных площадок размером 30×30 см. Выявлено, что влияние экспозиции выражается в изменении количества видов и значении проективного покрытия лишайников. Наибольшее число видов зафиксировано на скалах с экспозицией юг (74 вида). Наибольший показатель видового сходства отмечен для списков видов с юго-восточных и восточных скал (коэффициент Жаккара равен 0,42). Проективное покрытие видов разных жизненных форм отличается. Покрытие накипных лишайников больше на севере и западе, листоватых на юге и юго-востоке, кустистых на юго-западе.

**Ключевые слова:** лишайники, лишайниковый покров, экспозиция, река Чусовая, Средний Урал

**Для цитирования:** Лаврская Е. А. К изучению влияния экспозиции склонов на распределение лишайников на береговых скалах (река Чусовая, Средний Урал) // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2025. Вып. 3. С. 235–239. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-3-235-239>.

## BOTANY

Original article

### The influence of slope exposure on lichen distribution on coastal rocks (Chusovaya River, Middle Urals)

Ekaterina A. Lavrskaya<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia, ekandr.sh@yandex.ru

<sup>2</sup> Perm State University, Perm, Russia

**Abstract.** Lichen cover was studied on coastal rocky outcrops in the Chusovaya River valley using geobotanical methods. The influence of slope orientation on lichen distribution on rocks was analyzed. The work was carried out in the middle reaches of the Chusovaya River on the territory of the Sverdlovsk Oblast and Perm Krai. A total of 712 survey plots of 30×30 cm were made. It was revealed that the influence of exposure is expressed in the change in the number of species and the value of projective cover of lichens. The highest number of species was recorded on rocks with southern exposure (74 species). The highest index of species similarity was observed for species lists from southeastern and eastern cliffs (Jaccard's coefficient equals 0,42). The projective cover of species of different life forms differs. The coverage of scaly lichens is greater in the north and west, leafy lichens in the south and southeast, and bushy lichens in the southwest.

**Keywords:** lichens, lichen cover, exposure, Chusovaya River, Middle Urals

**For citation:** Lavrskaya E. A. [The influence of slope exposure on lichen distribution on coastal rocks (Chusovaya River, Middle Urals)]. *Bulletin of Perm University. Biology.* Iss. 3 (2025): pp. 235-269. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-3-235-239>.

## Введение

Рельеф, являясь косвенным экологическим фактором, оказывает влияние на растительные сообщества. Рельеф может создавать различные сочетания прямодействующих факторов и перераспределять в

пространстве поступающее тепло, свет, влагу [Горышина, 1979]. Среди элементов рельефа наиболее значимыми являются высота над уровнем моря, экспозиция, крутизна склона [Соколова, 2016].

Орографические факторы оказывают влияние на распространение видов лишайников [Kholod, Konoreva, Chesnokov, 2024]. Влияние рельефа на распространение лишайников выражается в количестве видов и показателях их проективного покрытия [Daniëls, 1975; Link, Nash, 1984; John, Dale, 1990; Buschbom, Kappen, 1998].

На береговых скалах с разной экспозицией склонов формируются ниши с отличными друг от друга условиями, что позволяет произрастать на береговых скалах разным видам лишайников. В результате разного угла падения солнечных лучей изменяется количество солнечной радиации, приходящей на склоны северной и южной экспозиции, вследствие чего изменяется освещенность, влагообеспеченность, температура субстрата и приземного слоя воздуха. Весной южные склоны быстрее оттаивают от снега и быстрее высыхают. Северные склоны отличаются более низкой температурой, но в тоже время повышенной влажностью.

Отличия в микроклиматических условиях сказываются на строении лишайникового покрова. На береговых скальных обнажениях в долине р. Чусовой можно видеть как компонент сомкнутого покрова совместно с мхами и сосудистыми растениями, так и обособленно, в виде лишайниковых ассоциаций или редких единичных талломов на отвесных скалах, где совокупность условий неблагоприятна для других фотографных организмов.

Район исследования (долина р. Чусовой) долгий период времени привлекал внимание ботаников [Крылов, 1881; Сюзев, 1912; Князев, 2009]. На береговых скалах известны местонахождения редких, внесенных в Красную книгу видов, в среднем течении реки сохраняются реликтовые виды, поэтому важно изучать и сохранять флористическое разнообразие этого района [Горчаковский, 1960; Красная книга Пермского края, 2018; Красная книга Свердловской области, 2018].

Анализируя историю изучения лишайников Среднего Урала (Свердловской обл. и Пермского края), можно отметить, что территория долины р. Чусовой остается мало изученной как с точки зрения выявления видового состава лихенобиоты, так и изучения лишайникового покрова [Рябкова, 1998; Котлов, 2003; Paukov, Teptina, 2012; Селиванов и др., 2015]. Целью работы является выявление закономерностей сложения лишайникового покрова на береговых скалах в зависимости от их экспозиции.

Несмотря на то, что некоторые участки в долине реки имеют статус особо охраняемых природных территорий (Природный парк «Река Чусовая» и Природный парк «Пермский»), р. Чусовая является популярным туристическим маршрутом. Исследования лишайникового покрова важны, поскольку антропогенное воздействие, вероятно, может влиять на видовой состав растительных сообществ и флору в целом.

## Материал и методы исследования

Для изучения лишайникового покрова береговых скальных фитоценозов были заложены учетные площадки размером 30×30 см (всего 712 учетных площадок). Полевые работы проводились в 2017–2024 гг. в среднем течении р. Чусовой на территории Свердловской обл. и Пермского края. Для учетных площадок фиксировались данные об экспозиции и другие характеристики.

Учетная площадка фотографировалась с линейкой для измерения площади проективного покрытия видов. Процент проективного покрытия по фотографиям учетных площадей измерялся в программе ImageJ 1.5. После фотофиксации с площадки собирались образцы всех представленных на площадке видов лишайников.

Определение образцов лишайников проводилось по стандартной методике [Флора лишайников России, 2014] на базе лаборатории биоразнообразия, экологии растений и лихенизированных грибов кафедры биологии и географии ПГГПУ. Образцы хранятся в гербарии ПГГПУ (PPU).

Статистическая обработка данных проводилась в программе Past 4.03. Кластерный анализ проводился методом ближайшего соседа (Neighbor-joining), в качестве индекса выбрано евклидово расстояние. Оценка достоверности выделения отдельных кластеров выполнена Bootstrep-анализом.

## Результаты и обсуждение

На исследованном участке обнаружено 157 видов лишайников. Количество видов лишайников выше на южных и восточных склонах (47% и 44.6% от всей лихенобиоты соответственно, рис. 1). Учетные площадки, заложенные с ориентацией на запад, характеризуются низким флористическим разнообразием (19% от лихенобиоты). На скалах всех экспозиций преобладают накипные виды лишайников.

Для получения данных о степени сходства видового состава лишайников, обнаруженных на скалах с разной экспозицией, был рассчитан коэффициент Жаккара. При сравнении лихенобиоты юго-восточных и восточных склонов коэффициент Жаккара оказался равным 0.42. Наибольшие различия в видовом составе наблюдаются на скалах с экспозицией юго-восток и северо-восток (коэффициент Жаккара равен 0.19), юго-запад и северо-запад (коэффициент Жаккара 0.187).

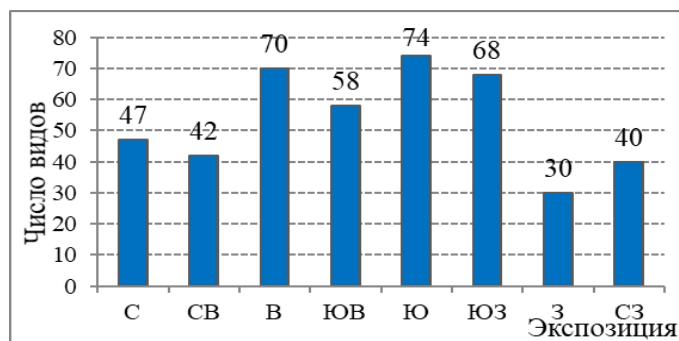


Рис. 1. Число видов лишайников на учетных площадках разной экспозиции

[Number of lichen species at survey sites of different exposures]

На склонах разной экспозиции прослеживаются различия в строении лишайникового покрова, выраженные в первую очередь в величине проективного покрытия и количестве видов на площадке. Для данных по количеству видов на площадке и проективному покрытию построены диаграммы, отображающие распределение показателей по сторонам света (рис. 2 и рис. 4). Среднее значение количества видов на площадке выше на скалах южных экспозиций, наибольшее отмечено для юго-западных площадок – 4.2 (рис. 2).

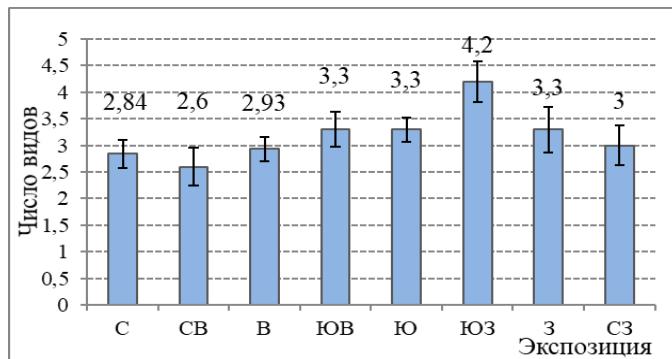


Рис. 2. Среднее значение количества видов на площадке

[Average number of species at the site]

Для выявления влияния экспозиции на количество видов лишайников на учетной площадке выполнен кластерный анализ. Анализ проводился на основе данных о распределении количества видов лишайников разных жизненных форм (накипных, листоватых, кустистых) на учетных площадках разной экспозиции. Результаты анализа представлены на дендрограмме (рис. 3). По Bootstrep-анализу данные статистически значимо делятся на две группы. Первая группа включает в себя данные по южным экспозициям (Ю, ЮЗ, ЮВ) и востоку; вторая – северные экспозиции (С, СЗ, CB) и запад.

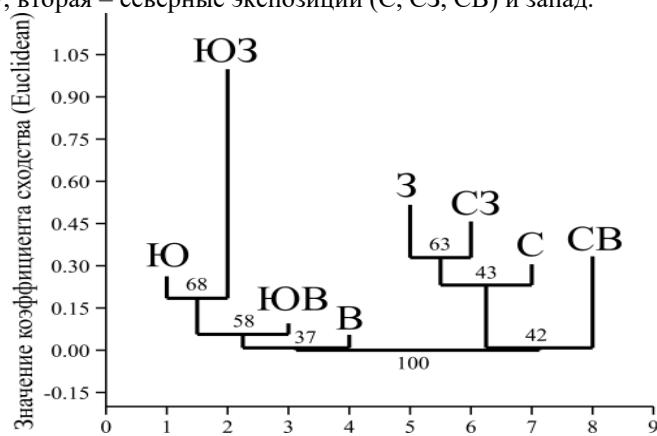


Рис. 3 Результат кластеризации данных по среднему значению видов лишайников (накипных, листоватых, кустистых) на учетных площадках разных экспозиций

[Result of clustering of data on the average value of lichen species (crustose, foliose, fruticose) at survey sites of different exposures]

Среднее число видов лишайников листоватых и кустистых жизненных форм на учетных площадках больше на юго-западе. Южные склоны теплее и суще северных, но именно на них листоватые и кустистые виды представлены большим числом видов. Мелкозем, скапливающийся в трещинах пород, дерновины мхов могут задерживать воду и создавать условия для закрепления и произрастания лишайников.

Кустистые лишайники на береговых скалах с юго-западной экспозицией имеют более крупные талломы, а на севере и северо-востоке – мелкие (рис. 4). Талломы листоватых лишайников крупнее на южных склонах (Ю, ЮЗ, ЮВ), меньше – на восточных склонах (В, СВ).

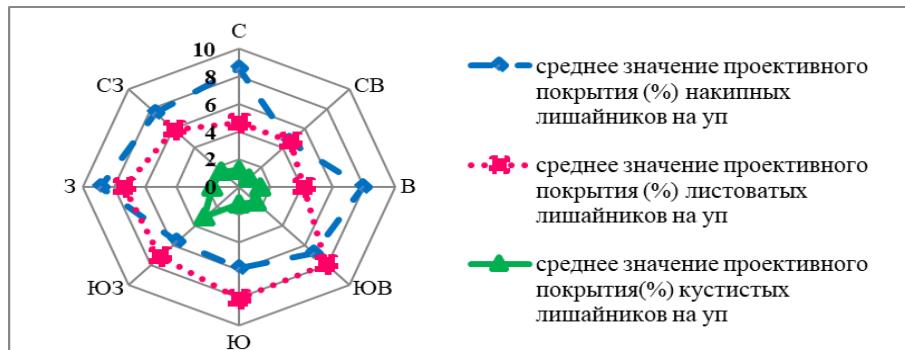


Рис. 4. Среднее значение проективного покрытия лишайников (%) на учетных площадках (уп) с разной экспозицией

[Mean value of projective lichen coverage (%) at survey sites with different exposures]

В отличие от лишайников кустистых и листоватых жизненных форм накипные виды достигают высоких значений проективного покрытия на скалах, ориентированных на север, восток, запад. Среднее количество видов на площадке больше на скалах с экспозицией север, северо-запад, юго-запад.

## Заключение

Распространение лишайников на береговых скалах неравномерно и зависит от совокупности факторов окружающей среды, к которым, помимо экспозиции склонов, относятся крутизна склона, физико-химические свойства и тип субстрата. Ориентация склонов по сторонам света влияет на лишайниковый покров скальных обнажений в долине р. Чусовой. На склонах разной экспозиции прослеживаются различия в строении лишайникового покрова, выраженные в первую очередь в количестве видов и проективном покрытии лишайников на учетной площадке.

Наибольшее количество видов лишайников обнаружено на склонах южной экспозиции (47% от всей лихенофлоры территории), наименьшее – на площадках западной экспозиции (19%). Среднее значение количества видов на площадке больше на юго-западе. Накипные виды лишайников достигают наибольшего среднего значения проективного покрытия на экспозициях север (8.5%) и запад (8.9%), листоватые – на юге (8%), кустистые – на юго-западе (3%).

## Список источников

- Горчаковский П.Л. Об охране реликтовых растений и уникальных растительных сообществ на Урале // Охрана природы на Урале. Свердловск, 1960. Вып. 1. С. 79–85. EDN: YRQELH.
- Горышнина Т.К. Экология растений. М.: Высш. шк., 1979. 368 с.
- Князев М.С. Петрофитная растительность в долине р. Чусовой // Ботанические исследования на Урале: материалы регион. с междунар. участием науч. конф. Пермь, 2009. С. 115–120. EDN: SXAESL.
- Котлов Ю.В. Новые для Урала виды лишайников из Свердловской области // Ботанический журнал. 2003. Т. 88, № 4. С. 145–146. EDN: OJUHTF.
- Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
- Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / отв. ред. Н.С. Корытин. Екатеринбург, 2018. 450 с.
- Крылов П.Н. Материал к флоре Пермской губернии // Тр. о-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. 1881. Т. 4, вып. 6. 304 с.
- Рябкова К.А. Систематический список лишайников Урала // Новости систематики низших растений. 1998. Т. 32. С. 81–87.
- Селиванов А.Е. и др. Предварительный список лихенофлоры Пермского края. Пермь, 2015. 156 с.
- Соколова Г.Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений // Acta biologica Sibirica. 2016. Т. 2, № 3. С. 34–45. EDN: XQNNHR.
- Сюзев П.В. Конспект флоры Урала в пределах Пермской губернии. М., 1912. 206 с.
- Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников. М.; СПб., 2014. 392 с.

13. Buschbom J., Kappen L. The role of microclimate for the lichen vegetation pattern on rock surfaces in the Subarctic // *Sauteria*. 1998. Vol. 9. P. 79–94.
14. Daniëls F.J.A. Vegetation of the Angmagssalik district, southeast Greenland. III. Epilithic macrolichen communities // *Meddelelser Om Grønland*. 1975. Vol. 198. P. 1–32.
15. John E., Dale M.R.T. Environmental correlates of species distributions in a saxicolous lichen community // *Journal of Vegetation Science*. 1990. Vol. 1. P. 385–392. DOI: 10.2307/3235715.
16. Kholod S., Konoreva L., Chesnokov S. Influence of Orographic Factors on the Distribution of Lichens in the Franz Josef Land Archipelago // *Plants*. 2024. Vol. 13(2). Art. 193. DOI: 10.3390/plants13020193.
17. Link S.O., Nash T.H. An analysis of an arctic lichen community with respect to slope on siliceous rocks at Anaktuvuk Pass, Alaska // *Bryologist*. 1984. Vol. 87. P. 162–166. DOI: 10.2307/3243126.
18. Paukov A., Teptina A. New records of lichens from Middle Urals, Russia // *Folia Cryptogamica Estonica*. 2012. Vol. 49. P. 45–57. EDN: SLAVIV.

## References

1. Gorchakovskij P.L. [On the protection of relict plants and unique plant communities in the Urals]. *Ochrana prirody na Urale* [Nature conservation in the Urals]. Sverdlovsk, 1960, Iss. 1, pp. 79–85. (In Russ.). EDN: YRQELH.
2. Goryshina T.K. *Èkologija rastenij* [Plant ecology]. Moscow, Vysšaja škola Publ., 1979. 368 p. (In Russ.).
3. Knyazev M.S. [Petrophytic vegetation in the valley of the Chusovaya River]. *Botaničeskie issledovaniya na Urale* [Botanical research in the Urals: proceedings of the scientific conference]. Perm', 2009, pp. 115–120. (In Russ.). EDN: SXAESL.
4. Kotlov Yu.V. [Lichen species from Sverdlovsk region new to the Urals]. *Botaničeskij žurnal*. V. 88, No. 4 (2003): pp. 145–146. (In Russ.). EDN: OJUHTF.
5. Baklanov M.A., ed. *Krasnaja kniga Permskogo kraja* [Red Book of Perm Krai]. Perm', Aldari Publ., 2018. 232 p. (In Russ.).
6. Korytin N.S., ed. *Krasnaja kniga Sverdlovskoj oblasti: životnye, rastenija, griby* [Red Book of the Sverdlovsk Region: animals, plants, fungi]. Ekaterinburg, 2018. 450 p. (In Russ.).
7. Krylov P.N. [Material to the flora of the Perm province]. *Trudy obščestva estestvoispytatelej pri Kazanskem universitete*. V. 4, iss. 6 (1881): pp. 1–304. (In Russ.).
8. Rjabkova K.A. [Catalogus systematicus lichenum Uralensium]. *Novosti sistematiki nizších rastenij*. V. 32 (1998): pp. 81–87. (In Russ.).
9. Selivanov A.E., Urbanovichus G.P., Shkaraba E.M. et al. *Predvaritel'nyj spisok lichenoflory Permskogo kraja* [Preliminary list of lichen flora of the Perm region]. Perm, 2015. 156 p. (In Russ.).
10. Sokolova G.G. [The influence of terrain altitude, slope exposure and slope degree on plant spatial distribution]. *Acta biologica Sibirica*. V. 2, No. 3 (2016): pp. 34–45. (In Russ.). EDN: XQNNHR.
11. Siuzev P.V. *Konspekt flory Urala v predelach Permskoj gubernii* [Summary of the flora of the Urals within the Perm province]. Moscow, 1912. 206 p. (In Russ.).
12. *Flora lišajnikov Rossii: Biologija, èkologija, raznoobrazie, rasprostranenie i metody izuchenija lišajnikov* [The lichen Flora of Russia. Biology, ecology, diversity, distribution and methods to Study lichens]. Moscow, St-Peterburg, 2014. 392 p. (In Russ.).
13. Buschbom J., Kappen L. The role of microclimate for the lichen vegetation pattern on rock surfaces in the Subarctic. *Sauteria*. V. 9 (1998): pp. 79–94.
14. Daniëls F.J.A. Vegetation of the Angmagssalik district, southeast Greenland. III. Epilithic macrolichen communities. *Meddelelser Om Grønland*. V. 198 (1975): pp. 1–32.
15. John E., Dale M.R.T. Environmental correlates of species distributions in a saxicolous lichen community. *Journal of Vegetation Science*. V. 1 (1990): pp. 385–392. DOI: 10.2307/3235715.
16. Kholod S., Konoreva L., Chesnokov S. Influence of Orographic Factors on the Distribution of Lichens in the Franz Josef Land Archipelago. *Plants*. V. 13(2) (2024). Art. 193. DOI: 10.3390/plants13020193.
17. Link S.O., Nash T.H. An analysis of an arctic lichen community with respect to slope on siliceous rocks at Anaktuvuk Pass, Alaska. *Bryologist*. V. 87 (1984): pp. 162–166. DOI: 10.2307/3243126.
18. Paukov A., Teptina A. New records of lichens from Middle Urals, Russia. *Folia Cryptogamica Estonica*. V. 49 (2012): p. 45–57. EDN: SLAVIV.

Статья поступила в редакцию 10.06.2025; одобрена после рецензирования 19.06.2025; принята к публикации 18.09.2025.

The article was submitted 10.06.2025; approved after reviewing 19.06.2025; accepted for publication 18.09.2025.

### Информация об авторе

Е. А. Лаврская – ассистент кафедры биологии и географии ПГПУ; аспирант кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ.

### Information about the authors

E. A. Lavrskaya – Assistant of the Department of Biology and Geography Perm State Humanitarian Pedagogical University; Postgraduate Student the Department of Botany and Plant Genetics Perm State University.