

СТРУКТУРА И ЭКОТОПИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОЛЬХОВНИКОВ В ЮЖНОЙ ТУНДРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. В. Шефер¹, С. В. Лойко², Н. В. Климова³,
Г. И. Истигечев⁴, И. В. Крицков⁵, С. П. Кулижский⁶

^{1, 2, 4, 5, 6} Национальный исследовательский, Томский государственный университет, Томск, Россия

³ Институт мониторинга климатических и экологических систем (ИМКЭС) СО РАН, Томск, Россия

² s.loyko@yandex.ru

Аннотация. Закустаривание тундры – один из ключевых процессов трансформации арктических экосистем в условиях потепления климата. Ольховники играют важную роль в этом процессе, но их фитоценотическая структура и связанные с ними почвенные изменения в южной тундре Западной Сибири изучены слабо. Цель исследования – выявление пространственной структуры массива ольховых кустов в южной тундре и количественная оценка его фитоценотического разнообразия в сравнении с окружающими тундровыми сообществами. Исследование проведено в августе 2021 г. в Пур-Тазовском междуречье. На 8 трансектах от границы тундры к центру ольховника выполнено 37 геоботанических описаний на площадках 10×10 м² и заложено 32 почвенных разреза. Для анализа структуры растительного покрова использовались методы многомерного анализа, включая кластеризацию и анализ главных координат. Связь растительности с почвенно-топографическими факторами оценивалась с помощью анализа избыточности (RDA). Кластерный анализ выявил 7 фитоценотических кластеров. Они образуют градиент: от кустарничково-мохово-лишайниковой тундры до сформированного ядра ольховника через экотонную периферию. Фитоценотическое разнообразие максимально в экотонной зоне. В ядре доминируют злаки (*Calamagrostis lapponica*) или осоки (*Carex globularis*), а мохово-лишайниковый покров почти отсутствует. RDA выявил статистически значимую связь растительности с ключевыми факторами, в том числе: проективным покрытием лишайников и высоких кустарников, а также тиксотропностью почв. Процесс закустаривания сопровождается трансформацией почв – сокращается мощность торфяного горизонта, но появляется гумусовый горизонт и увеличивается глубина проникновения корней в почву. Впервые для ольховников южной тундры Западной Сибири количественно описана пространственная фитоценотическая структура и доказана ее тесная связь с комплексом почвенно-топографических факторов. Результаты RDA показали, что смена растительности от тундры к ядру ольховника сопряжена с изменением экологических параметров. Первый градиент (RDA1) разделяет тундровые участки с лишайниками и тиксотропными почвами от центральной зоны ольховника с почвами, имеющими гумусовый горизонт. Второй градиент (RDA2) разделяет кластеры внутри ольховника по микрорельефу: в понижениях доминирует осока и *Betula nana*, на выпуклых участках с более разреженным кустарниковым ярусом – веерник, с глубоким проникновением мелких корней.

Ключевые слова: закустаривание тундры, ольховник, фитоценотическое разнообразие, многомерный анализ, кластерный анализ, Ямало-Ненецкий автономный округ

Финансирование: исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2024-0006).

Для цитирования: Шефер Н. В., Лойко С. В., Климова Н. В., Истигечев Г. И., Крицков И. В., Кулижский С. П. Структура и экотопическая дифференциация ольховников в южной тундре Западной Сибири // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2025. Vol. 10 (4). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2025-4-3>

DRIVING FACTORS AND SPATIAL PATTERNS OF SHRUBIFICATION: A CASE STUDY OF ALDER THICKETS IN THE SOUTHERN TUNDRA OF WESTERN SIBERIA

N.V. Shefer¹, S.V. Loiko², N.V. Klimova³,
G.I. Istigechev⁴, I.V. Kritskov⁵, S.P. Kulizhsky⁶

^{1, 2, 4, 5, 6} National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

³ Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems (IMCES) SB RAS, Tomsk, Russia

² s.loyko@yandex.ru

Abstract. The shrub expansion of the tundra is one of the key processes transforming Arctic ecosystems under climate warming. Alder thickets play a significant role in this process. However, their phytocenotic structure and associated soil changes in the southern tundra of Western Siberia remain poorly understood. The aim of this study was to identify the spatial patterns of vegetation distribution within an isolated alder thicket in the typical tundra and to quantitatively assess its phytocenotic diversity in comparison with the surrounding tundra communities. The study was performed in August 2021 in the Pur-Taz interfluvium. We made 37 geobotanical relevés and 32 soil pits were dug, along 8 transects from the tundra to the center of the alder thicket. The structure of the vegetation cover was analyzed using multivariate methods, including clustering and Principal Coordinates Analysis. The relationship between vegetation and soil-topographic factors was assessed using Redundancy Analysis (RDA). Cluster analysis revealed 7 distinct phytocenotic clusters. These clusters form a gradient: from dwarf shrub-moss-lichen tundra to the formed core of the alder thicket, through an ecotonal peripheral zone. Phytocenotic diversity was highest within the ecotone. In the core area, dominated by *Calamagrostis lapponica* (or *Carex globularis*), while the moss-lichen cover is almost absent. RDA revealed a statistically significant relationship between vegetation and key environmental factors, including projective cover of lichens and tall shrubs, as well as soil thixotropy. The shrubification process is accompanied by soil transformation: a reduction in the thickness of the peat horizon, but an increase in the humus horizon and the depth of root penetration into the soil. For the first time for alder thickets in the southern tundra of Western Siberia, the spatial phytocenotic structure has been quantitatively described and its close relationship with a complex of soil-topographic factors has been proven. The RDA results showed that the vegetation change from the tundra to the alder thicket core is associated with a shift in ecological parameters. The first gradient (RDA1) separates tundra plots with lichens and thixotropic soils from the central alder zone with a more pronounced humus horizon. The second gradient (RDA2) separates clusters within the thicket based on microrelief: in depressions, sedges and *Betula nana* dominate, while on convex areas with a sparser shrub layer, *Calamagrostis lapponica* dominates, accompanied by deep penetration of fine roots.

Keywords: tundra shrubification, alder thickets, phytocenotic diversity, multivariate analysis, cluster analysis, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

Financing: the study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. FSWM-2024-0006).

For citation: Shefer N.V., Loiko S.V., Klimova N.V., Istigechev G.I., Kritskov I.V., Kulizhsky S.P. Driving factors and spatial patterns of shrubification: a case study of alder thickets in the southern tundra of Western Siberia. Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2025;10(4). (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2025-4-3>