

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 502.5

DOI: 10.18384/2712-7621-2022-2-6-24

ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ЗОЛОВЫХ ФОРМАХ РЕЛЬЕФА В ДОЛИНЕ Р. НАДЫМ

Жеребятъева Н. В.¹, Сизов О. С.²

¹ Тюменский государственный университет
625003, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6, Российская Федерация

² Институт проблем нефти и газа РАН
119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Изучение особенностей видового разнообразия и структуры растительного покрова, формирующегося в естественных условиях на участках распространения древнего и современного золового рельефа в среднем и верхнем течениях р. Надым.

Процедуры и методы. Проведён анализ данных полевых исследований наиболее крупных для севера Западной Сибири песчаных раздувов в среднем и верхнем течениях р. Надым в 2021 г. Всего было обследовано 14 участков, на каждом из которых проводились стандартные геоботанические описания на площадках 10х10 м. В результате детально изучены 33 различных фитоценоза. Данные геоботанических описаний послужили основой для выделения закономерностей формирования структуры и разнообразия растительных сообществ в условиях активного проявления дефляционных процессов в гумидных северо-таёжных условиях.

Результаты. Выявлены особенности формирования растительных сообществ в зависимости от масштабов дефляционных процессов, роль отдельных видов в закреплении подвижных песков. Общее видовое разнообразие описанных участков составило 51 вид, в т. ч. 5 видов деревьев, 4 представителя подлеска, 22 представителя травяно-кустарничкового яруса и 20 видов мхов и лишайников. Видовое разнообразие крупных песчаных раздувов, несмотря на разреженность и неустойчивость растительного покрова, характеризуется сопоставимым или более высоким видовым разнообразием, по сравнению с фоновыми участками закреплённых песков, за счёт заселения по открытым участкам представителей злаково-разнотравных псаммофильных тундровых и лесотундровых группировок. Разнообразие условий местообитания по особенностям инсоляции, увлаж-

нения, подвижности субстрата отражается в смене доминирующих пионерных видов в процессе зарастания дюн. На закреплённых песках формируются хвойные (с преобладанием сосны *Pinus sylvestris*, L.) лишайниковые редколесья. Скорость и успешность закрепления подвижных песков в северотаёжной подзоне зависит от площади песчаного обнажения, скорости и режима доминирующих ветров, а также характера и степени увлажнения.

Теоретическая и/или практическая значимость. Проведённое исследование представляет собой актуальную основу для дальнейшего построения типичных сукцессионных рядов зарастания участков развеваемых песков и использования выявленных закономерностей для разработки эффективных мероприятий по рекультивации песчаных обнажений антропогенного происхождения в условиях северной тайги Западной Сибири.

Ключевые слова: Западная Сибирь, дефляционные процессы, песчаные обнажения, видовое разнообразие, структура растительности

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ямало-Ненецкого автономного округа в рамках научного проекта № 19-45-890008.

PECULIARITIES OF SPECIES DIVERSITY AND STRUCTURE OF VEGETATION COVER ON AEOLIAN RELIEF FORMS IN THE NADYM RIVER VALLEY

N. Zherebyateva¹, O. Sizov²

¹*University of Tyumen*

ul. Volodarskogo 6, Tyumen 625003, Russian Federation

²*Oil and Gas Research Institute of RAS*

ul. Gubkina 3, Moscow 119333, Russian Federation

Abstract

Aim. The purpose of the paper is to study the features of species diversity and the structure of the vegetation cover, which is formed under natural conditions in the areas of the distribution of the ancient and modern eolian relief in the middle and upper reaches of the Nadym River.

Methodology. The data of the 2021 field studies of the largest sand dunes in the north of Western Siberia in the middle and upper reaches of the Nadym River are analyzed. A total of 14 sites are examined, and standard geobotanical descriptions are performed on each site measuring 10x10 m. As a result, 33 different phytocenoses are studied in detail. The data of geobotanical descriptions serves as the basis for identifying patterns of the formation of the structure and diversity of plant communities under conditions of active manifestation of deflationary processes in humid north taiga conditions.

Results. The features of the formation of plant communities depending on the scales of deflationary processes, and the role of separate species in fixation of moving sands are revealed. The total species diversity of the described sites consists of 51 species, including 5 species of trees, 4 representatives of the undergrowth, 22 representatives of the grass-bush layer, and 20 species of mosses and lichens. The species diversity of large sand dunes, despite the sparse and unstable vegetation cover, is characterized by comparable or higher species diversity compared to the background areas of fixed sands due to the settlement of representatives of cereals and grasses of psammophilous tundra and forest-tundra groups in the open areas. The diversity

of habitat conditions in terms of insolation, moisture, and substrate mobility is reflected in the change of dominant pioneer species in the process of dune overgrowth. Coniferous (with the predominance of *Pinus sylvestris*, L.) lichen sparse forests are formed on fixed sands. The rate and success of consolidation of mobile sands in the northern taiga subzone depend on the area of sand outcrop, the speed and mode of the dominant winds, and the nature and degree of moisture.

Research implications. The study is an actual basis for further construction of typical succession series of overgrowth of areas of blown sands and for the use of the identified patterns for the development of effective measures for the reclamation of sandy outcrops of anthropogenic origin in the conditions of the northern taiga of Western Siberia.

Keywords: Western Siberia, deflationary processes, sand outcrops, species diversity, vegetation structure

Acknowledgments. This research was supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug as part of the Scientific Project No. 19-45-890008.

Введение

Массивы эоловых песков имеют довольно широкое распространение в высоких широтах Северного полушария [12; 27]. На севере Западной Сибири разнообразные эоловые формы рельефа (яреи, песчаные раздувы, оголённые пески) неоднократно отмечались многочисленными исследователями с конца XIX в. [2; 4; 5]. Наиболее благоприятные условия для развития дефляции складываются на участках речных террас и водоразделах, где хорошая дренированность песчаных отложений сочетается с отсутствием многолетнемёрзлых пород и высокими скоростями ветра [14; 24].

Структура и состав растительных сообществ на участках перевеваемых песков обусловлены экстремальностью абиотических факторов: дефицитом воды, ветровым давлением, лёгкостью гранулометрического состава, бедностью элементов минерального питания, высокой степенью уязвимости напочвенного покрова и замедленностью восстановительных сукцессионных процессов [15; 24; 26]. Вместе с тем, в арктических и субарктических

районах Западной Сибири активно проявляются современные климатические изменения, что отражается на интенсивности проявления дефляционных процессов, скорости фиксации песчаных обнажений микрогруппировками растительности, и, в конечном счёте, на устойчивости природных экосистем к изменчивости природно-климатических и антропогенных факторов. Это способствует тому, что структура и динамика растительного покрова на песчаных обнажениях привлекает всё большее внимание исследователей [7; 9; 15; 16; 21; 23; 24].

Однако в настоящее время растительность наиболее крупных для рассматриваемой территории котловин выдувания, локализованных в бассейне р. Надым, остаётся практически неизученной в силу его удалённости и труднодоступности. Выявление типичных (фоновых) особенностей зарастания подвижных эоловых песков представляет актуальность на фоне роста площади техногенно нарушенных земель и расширения хозяйственной деятельности, связанной с добычей углеводородов в данном регионе.

Район исследования

Район проведения исследований в административном отношении относится к Надымскому району Ямало-Ненецкого автономного округа. С природной точки зрения, это Надымская северо-таёжная провинция лесной широтно-зональной области Западно-Сибирской равнины, представляющая собой слабонаклонную заболоченную равнину, сложенную водно-ледниковыми, морскими и озёрно-аллювиальными осадками [6; 18]. Для данных условий типичны торфяно-болотные, глеево-подзолистые почвы, а также подзолы лёгкого механического состава с маломощным гумусовым горизонтом [3; 19]. В гидроморфных условиях формируются кустарничково-мохово-лишайниковые и травяно-сфагновые плоскобугристые болота, в автоморфных – лиственничные, елово-лиственничные и сосново-лиственничные зелёномошно-кустарничковые или лишайниковые редкостойные леса [6]. Сомкнутость крон в сосновых и лиственничных редколесьях редко превышает 0,3, средняя высота древостоя составляет 10–15 м, средний диаметр древостоя – 12–15 см. Многолетняя мерзлота на автоморфных участках в верхней части разреза отсутствует.

Изучение растительности на песчаных обнажениях различного происхождения и степени зарастания проводилось в ходе экспедиции, проведённой в июне 2021 г. Всего было обследовано 14 участков в среднем и верхнем течениях р. Надым (рис. 1). На каждом из участков проводились стандартные геоботанические описания [20] на площадках 10×10 м (табл. 1). На большинстве участков для изучения особенностей структуры и видо-

вого состава растительности описания проводились по трансекте от условно фоновых сообществ к нарушенным. Количество площадок зависело от характера рельефа и степени мозаичности растительных сообществ.

Особенности видового разнообразия и структуры растительного покрова

Всего было выполнено 33 геоботанических описания. Изученные растительные сообщества условно делятся на 4 группы:

1. фоновые лесные сообщества речных террас;
2. нарушенные местообитания с локальными песчаными обнажениями;
3. обширные песчаные обнажения с подвижными песками (раздувы) (рис. 2);
4. растительные анклавы на наиболее пониженных участках песчаных обнажений (раздувов) (рис. 2).

Рассмотрим описания растительных сообществ по выделяемым группам местообитаний.

1. *Фоновые лесные сообщества речных террас.* Растительность в данной группе представлена преимущественно сосновыми и лиственнично-сосновыми кустарничково-лишайниковыми и лишайниковыми лесами. Встречаемость сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в составе древостоя первого и второго ярусов составляет 97%, а в составе подроста – 100%, меньше встречается березы повислой (*Betula pendula* Roth) – 33 и 60% и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb) – 40 и 20% соответственно. Лиственница входит в состав древостоя в сообществах, расположенных на склоновых поверхностях. Несмотря на низкое участие в составе древостоя сосны сибирской или кедра (*Pinus sibirica*



Рис. 1 / Fig. 1. Местоположение геоботанических описаний (июнь 2021 г.) /
Location of geobotanical descriptions (June 2021)

Источник: составлено авторами

Таблица 1 / Table 1

Характеристика участков геоботанических описаний / Characteristics of sites of geobotanical descriptions

Номер участка	Географические координаты	Геоморфологическое положение	Тип растительного сообщества
1	N63,891390° E72,531979°	Вторая надпойменная терраса р. Надым, нарушенная дефляцией	Травяно-кустарничково-лишайниково-моховые микрогруппировки с фрагментарным древостоем
2	N63,925668° E72,549715°	Вершина камового холма на озёрно-аллювиальной равнине	Сосняк кустарничково-мохово-лишайниковый (редколесье)
3	N63,843443° E72,597496°	Вторая надпойменная терраса р. Татляхяха, нарушенная дефляцией	Пионерные злаковые и мохово-лишайниковые микрогруппировки на участках разной стадии закрепления
4	N63,902739° E72,615353°	Вторая надпойменная терраса р. Татляхяха, нарушенная дефляцией (вблизи устья)	Пионерные злаковые и мохово-лишайниковые микрогруппировки на участках разной стадии закрепления
5	N63,952892° E72,799768°	Вторая надпойменная терраса р. Надым (склон)	Сосняк мохово-лишайниковый в сочетании с сосняком лишайниково-брусничным
6	N64,095923° E73,096635°	Вторая надпойменная терраса р. Надым (участок песчаного раздува)	Пионерные злаковые и мохово-лишайниковые микрогруппировки на участках разной стадии закрепления
7	N64,115039° E73,126719°	Вторая надпойменная терраса р. Надым (периферия крупного песчаного раздува, закреплённые эоловые пески)	Злаковые и мохово-лишайниковые микрогруппировки с фрагментарным древостоем
8	N64,207531° E73,076207°	Вершина камового холма на озёрно-аллювиальной равнине	Сосняк злаково-мохово-лишайниковый
9	N64,276897° E73,216518°	Коренной берег озёрно-аллювиальной равнины	Лиственничник кустарничково-зелёномошный
10	N64,281926° E73,306812°	Вторая надпойменная терраса р. Надым (периферия крупного песчаного раздува)	Злаковые и мохово-лишайниковые микрогруппировки с фрагментарным древостоем
11	N64,820506° E73,776523°	Вторая надпойменная терраса р. Надым (центральная часть крупного песчаного раздува)	Пионерные злаковые и мохово-лишайниковые микрогруппировки на участках разной стадии закрепления
12	N64,825800° E73,785192°	Вторая надпойменная терраса р. Надым (центральная часть крупного песчаного раздува)	Анклав. Сосновое кустарничково-сфагново-мохово-лишайниковое редколесье
13	N64,893347° E73,894684°	Вторая надпойменная терраса р. Надым (периферия крупного песчаного раздува, закреплённые эоловые пески)	Злаковые и мохово-лишайниковые микрогруппировки с фрагментарным древостоем
14	N65,163967° E73,723587°	Первая надпойменная терраса р. Надым (центральная часть крупного песчаного раздува)	Анклав. Березово-сосновое веерно-сфагново-долгомошное редколесье

Источник: составлено авторами



Рис. 2 / Fig. 2. Общий вид песчаного обнажения (раздува) в среднем течении р. Надым / General view of the blowout area in the middle reaches of the Nadym River

Источник: фото О. С. Сизова, 2021

Du Tour.) (встречается на 20% описанных площадок), в составе подроста вид присутствует на 60% фоновых площадок.

Фоновые леса характеризуются отсутствием подлеска, отдельные представители кустарникового яруса можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) присутствуют только на 47% описанных фоновых площадок. На наиболее увлажненных участках единично встречается ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.).

В травяно-кустарничковом ярусе, общее проективное покрытие которого на фоновых участках составляет от 30 до 60%, доминируют кустарнички: брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), водяника (*Empetrum nigrum* L.), багульник (*Ledum palustre* L.), в мохово-лишайниковом покрове преобладают лишайники рода кладония (*Cladonia*) с участием листостебельных мхов, преимущественно кукушкина льна можжевельного (*Polytrichum juniperinum*

Hedw). Проективное покрытие мхов и лишайников в фоновых лесных сообществах составляет более 60%. В целом для фоновых сообществ характерно высокое задержание почв при сравнительно низком уровне видового разнообразия (до 20 видов, включая представителей всех ярусов).

2. Нарушенные местообитания с локальными песчаными обнажениями. Среди редкого древостоя и в подросте по периферии участков доминирует *Pinus sylvestris* L. На стволах сохранившихся деревьев и стеблях кустарничков встречаются следы низовых пожаров. Интенсивность восстановления напочвенного покрова зависит от площади нарушенного участка, степени увлажнения. Незначительные по площади (100–400 м²) нарушенные участки, даже находящиеся на наиболее высоких и сухих участках водоразделов или террас, характеризуются достаточно высоким проективным покрытием. В травяно-кустарничковом ярусе на таких участках постоянно присутствует *Vaccinium*

vitis-idea L., высоко постоянство *Empetrum nigrum* L. Наибольшее проективное покрытие кустарничками наблюдается по периферии нарушенных участков. В центральной части, где скорости ветра выше, основу травяно-кустарничкового покрова составляют дерновинные злаки и осоки овсяница овечья (*Festuca ovina* L.) с участием осоки верещатниковой (*Carex ericetorum* Pollich), благодаря которым

происходит закрепление песков. Общее проективное покрытие растений варьирует от 3 до 30%. В напочвенном покрове доминируют лишайники рода *Cladonia*, и *Polytrichum juniperinum* Hedw (рис. 3). Их проективное покрытие составляет до 30–40% на высоких выровненных участках, на пологих склонах и в понижениях проективное покрытие может достигать 70–80%.



А) Верхняя часть камового холма



Б) Вершина холма на высокой надпойменной террасе р. Надым (уч. 2)

Рис. 3 / Fig. 3. Структура растительного покрова локальных нарушенных участков на песчаных отложениях / Structure of the vegetation cover of local disturbed areas on sandy deposits

Источник: фото Н. В. Жеребятёвой, 2021

3. Обширные песчаные обнажения с подвижными песками (раздувы). Основная особенность – наступление подвижных

песков на лесные участки по периферии раздувов, что со временем приводит к гибели погребённого древостоя (рис. 4).



А) Начальная стадия засыпания сосны песком на границе раздува



Б) Сухие вершины погребённых сосен по периферии одного из раздувов

Рис. 4 / Fig. 4. Древостой, погребённый подвижными песками (уч. 13) / Tree stand buried by shifting sands (section 13)

Источник: фото Н. В. Жеребятёвой, 2021

Вершины подроста мелколиственных пород при закреплении на песках приобретает выраженную кустарниковую форму с прижатыми основаниями

боковых ветвей к поверхности дюн, придаточные корни способствуют более прочному закреплению (рис. 5).



Рис. 5 / Fig. 5. Подрост берёзы в междюнном понижении раздува (уч. 13) / Birch undergrowth in the interdune depression of the blow (section 13)

Источник: фото Жеребятъевой Н. В., 2021

Наибольшее задержание на поверхности раздувов формируется под кронами живых деревьев *Pinus sylvestris* L. и *Pinus sibirica* Du Tour (рис. 6). Здесь же наблюдается наибольшая плотность подроста преимущественно хвойных пород. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового яруса может достигать здесь 80% и более. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают *Vaccinium vitis-idaea* L. и *Empetrum nigrum* L. Но они не играют большой роли в закреплении песков на более продуваемых участках.

На открытых выровненных участках в междюнных понижениях, на пологих склонах и в котловинах выдувания наиболее значимую роль в закреплении песков играет кукушкин лён волосконосный (*Polytrichum piliferum* Hedw.), формирующий крупные по площади дернины, служащие основой для закреплении единичных дерновинных трав, подроста сосны, берёзы и кедра (рис. 7). Микросинузии лишайников поселяются в промежутках между дернинками *Polytrichum piliferum* Hedw. Среди лишайников, активно участвующих в заселении раздувов, наибольшее



Рис. 6 / Fig. 6. Характер задернения на поверхности раздува (уч. 6) / Nature of the turfing on the bulge surface (section 6)

Источник: фото Н. В. Жеребятевой, 2021



А) Отдельная дернинка *Polytrichum piliferum* Hedw



Б) Пологий склон с сообществом *Polytrichum piliferum* Hedw

Рис. 7 / Fig. 7. Закрепление песков синузиями *Polytrichum piliferum* Hedw. / Fixation of sands with synusia *Polytrichum piliferum* Hedw

Источник: фото Н. В. Жеребятевой, 2021

шим постоянством характеризуются кладония лесная (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot.) и флавоцетрария клубочковая (*Flavocetraria cucullata* (Bellardi.) Karnefelt et a. Thell.) Общее видовое разнообразие лишайников почти не отличается от такового в фоновых сообществах, но обилие и проективное покрытие их на поверхности раздувов значительно ниже. Общее проективное покрытие на открытых подвижных песках, на описанных нами площадках, не превышало 20%.

На пологих наветренных склонах невысоких дюн увеличивается роль в закреплении песков у дерновинных трав *Juncus trifidus* L. и *Festuca ovina* L. и корневищных злаков. Небольшие кочки этих растений используются семенами сосны в качестве площадки для прорастания, семена находят здесь достаточно устойчивые и благоприятные условия для прорастания (дернины

поддерживают более благоприятный режим увлажнения, температуры, минерального питания и относительно неподвижный субстрат) (рис. 8).

4. Растительные анклавы песчаных обнажений (раздувов). Анклавы занимают пониженные участки в центральной части крупных раздувов. Для обоих описанных анклавов характерны местообитания с повышенным увлажнением, что отражается на структуре растительных сообществ, видовом составе (рис. 9). Древостой низкостелетный, с максимальной плотностью древостоя по границе анклавов. На стволах деревьев видны следы низовых пожаров. В древостое, помимо *Pinus sylvestris* L., постоянно встречается *Betula pendula* Roth, а в анклаве на уч. 12, редкий подрост *Pinus sibirica* Du Tour. Представители кустарникового яруса береза карликовая (*Betula nana* L.) и *Salix triandra* L. встречены нами только



Рис. 8 / Fig. 8. Дернинки *Juncus trifidus* L. и с поселившимся на них подростом *Pinus sylvestris* L. / Sods of *Juncus trifidus* L. and with undergrowth of *Pinus sylvestris* L. settled on them

Источник: фото Н. В. Жеребятевой, 2021



А) Участок 12



Б) Участок 14

Рис. 9 / Fig. 9. Структура растительного покрова анклавов / Vegetation cover structure of enclaves

Источник: фото Жеребятёвой Н. В., 2021

в анклав на уч. 14, который характеризуется большим увлажнением и более выраженными признаками заболачивания. Микрорельеф в анклавах грядово-западинный. На более сухих грядах основу травяно-кустарничкового яруса составляют кустарнички семейства Ericaceae: подбел (*Andromeda polifolia* L.) и *Ledum palustre* L., на пределах более сухого анклава эти виды уступают доминирование *Empetrum nigrum* L., чернике (*Vaccinium myrtillus* L.), голубике (*Vaccinium uliginosum* L.), *Vaccinium vitis-idaea* L., толокнянке (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.), хамедафне (кассандре) болотной (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench.).

Мохово-лишайниковый покров наиболее разнообразен в первом анклав, общее видовое разнообразие здесь составило 11 видов, при этом наблюдается хорошо выраженная дифференциация гряд и западин по соотношению мхов и лишайников. На более сухих грядах доминируют лишайники кладония звезд-

чатая (*Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar et Vezda), *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot., кладония оленья (*Cladonia rangiferina* (L.) Nyl.), в то время как в западинах 65% проективного покрытия составляют сфагнум бурый (*Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.) и Плеуроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.). Во втором анклав (уч. 14) основу мохово-лишайникового покрова составляет кукушкин лён обыкновенный (*Polytrichum commune* Hedw.), лишайники и сфагнум встречаются здесь единично.

Рассматриваемый район (участок среднего и верхнего течения р. Надым от устья р. Левая Хетта до устья р. Татляхяха) характеризуется крайне низкой изученностью в геоботаническом отношении. Наиболее ранние упоминания о характере растительности в низовьях Надыма найдены в монографии А. А. Дунина-Горкавича «Тобольский Север», где указывается повсеместное распространение

«ели, сосны, кедра, лиственницы, берёзы» [5]. В литературе удалось найти описание единственной экспедиции, в рамках которой предполагалось описание растительности и составление геоботанической характеристики среднего и верхнего течений р. Надым. Речь об экспедиции, организованной Тюменским педагогическим институтом в 1937 г, в составе которой был заведующий кафедрой ботаники В. С. Михайличенко. Детальное описание маршрута содержится в дневниковых записях одного из участников [2], однако полученные материалы до настоящего времени не опубликованы.

Общее видовое разнообразие всех описанных участков составило 51 вид, в т. ч. 5 видов деревьев, 4 представителя подлеска, 22 представителя травяно-кустарничкового яруса и 20 видов мхов и лишайников (табл. 2). В целом видовое разнообразие крупных котловин выдувания (песчаных раздувов), несмотря на разреженность и неустойчивость растительного покрова, характеризуется более высоким видовым разнообразием, по сравнению с участками закреплённых песков. Общее видовое разнообразие здесь достигает 20 и более видов, что соизмеримо, а в некоторых случаях превышает разнообразие фоновых сообществ. Наибольшим постоянством в составе как фоновых сообществ, так и на раздувах характеризуются лишайники рода *Cladonia* и цетрария (*Cetraria*), листостебельные мхи рода политрихум или кукушкин лён (*Polytrichum*), и кустарнички *Vaccinium vitis-idaea* L. и *Empetrum nigrum* L., в составе древостоя наиболее устойчивы к дефляционным процессам *Pinus sylvestris* L. и

Betula pendula Roth. Пост биоразнообразие происходит за счёт того, что наряду с сохранением в видовом составе бореальных видов появляются условия для заселения характерных представителей злаково-разнотравных псаммофильных тундровых и лесотундровых группировок открытых местообитаний пижмы дважды-перистой (*Tanacetum bipinnatum* (L.) Sch. Bip.), жерушника болотного (*Rorippa palustris* (L.) Bess), горца шероховатого (*Persicaria scabra* (Moench) Moldenke), иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop), *Festuca ovina* L. и др. Это во многом связано с разнообразием местообитаний по характеру увлажнения, экспозиции склона.

Наибольшее разнообразие мхов характерно для растительных анклавов в пределах днищ котловин выдувания, где формируются более благоприятные условия увлажнения, на склонах и верхних частях раздувов видовое разнообразие мохообразных сокращается до 1–2 видов рода *Polytrichum*. Разнообразие лишайников возрастает по мере увеличения задернения и формирования более сомкнутого напочвенного покрова на склонах и верхних участках песчаных обнажений, достигая максимума под пологом сосновых и лиственничных лесов. Склоновые поверхности различной крутизны, высоты и экспозиции формируют разнообразие условий местообитания по уровню инсоляции, характеру и степени увлажнения, подвижности субстрата. Это способствует повышению разнообразия высших сосудистых травянистых растений и кустарников [22]. Похожие закономерности выявлены в результате наблюдений за динамикой и закономерностями распределения

Таблица 2 / Table 2

Общий список флоры участков полевых описаний в верхнем и среднем течениях р. Надым / General list of the flora of the sites of field descriptions in the upper and middle reaches of the Nadym River

№	Наименование вида	Семейство	N	Наименование вида	Семейство
	Древостой		26	<i>Linnaea borealis</i> L.	Caprifoliaceae
1	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae	27	<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	Pyrolaceae
2	<i>Pinus sibirica</i> Du Tour.	Pinaceae	28	<i>Persicaria scabra</i> (Moench) Moldenke	Poligonaceae
3	<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	Pinaceae	29	<i>Rorippa palustris</i> (L.) Bess	Brassicaceae
4	<i>Betula pendula</i> Roth.	Pinaceae	30	<i>Solidago virgaurea</i> L.	Asteraceae
5	<i>Picea obovata</i> Ledeb.	Pinaceae	31	<i>Tanacetum bipinnatum</i> (L.) Sch. Bip	Asteraceae
	Подлесок			Мохово-лишайниковый ярус	
6	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Rosaceae	32	<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.	Parmeliaceae
7	<i>Betula nana</i> L.	Betulaceae	33	<i>Cladonia arbuscula</i> (Wallr.) Flot.	Cladoniaceae
8	<i>Juniperus communis</i> L.	Cupressaceae	34	<i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd.	Cladoniaceae
9	<i>Salix caprea</i> L.	Salicaceae	35	<i>Cladonia coniocreacea</i> (Flörke) Spreng.	Cladoniaceae
	Травяно-кустарничковый ярус		36	<i>Cladonia stellaris</i> (Opiz) Pouzar et Vezda	Cladoniaceae
10	<i>Andromeda polifolia</i> L.	Ericaceae	37	<i>Cladonia rangiferina</i>	Cladoniaceae
11	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	Ericaceae	38	<i>Cladonia verciculata</i> (Hoffm.) Schaer.	Cladoniaceae
12	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench	Ericaceae	39	<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.	Cladoniaceae
13	<i>Empetrum nigrum</i> L.	Ericaceae	40	<i>Cladonia ochrochlora</i> Flörke	Cladoniaceae
14	<i>Ledum palustre</i> L.	Ericaceae	41	<i>Flavocetraria cucullata</i> (Bellardi.) Karnefelt et a. Thell.	Parmeliaceae
15	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Ericaceae	42	<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.	Peltigeriaceae
16	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Ericaceae	43	<i>Stereocaulon coralloides</i> Fr.	Stereocaulaceae
17	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Ericaceae	44	<i>Polytrichum communis</i> Hedw.	Polytrichaceae
18	<i>Calamagrostis epigeos</i> (L.) Roth	Poaceae	45	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	Polytrichaceae
19	<i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.	Poaceae	46	<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	Polytrichaceae
20	<i>Carex ericitorum</i> Poll	Cyperaceae	47	<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O. Jensen ex Russow) C.E.O. Jensen	Sphagnaceae
21	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop	Onagraceae	48	<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) H.Klinggr	Sphagnaceae
22	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Cyperaceae	49	<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.	Hylocomiaceae
23	<i>Festuca ovina</i> L.	Poaceae	50	<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	Dicranaceae
24	<i>Juncus trifidus</i> L.	Juncaceae	51	<i>Dicranum congestum</i> Brid.	Dicranaceae
25	<i>Juncus filiformis</i> L.	Juncaceae			

Источник: составлено авторами

растительного покрова на участках за-
растания песчаных дюн в Эстонии [23;
25], а также северной тайги и лесотун-
дры Западной Сибири [9; 24].

Песчаные раздувы являются рас-
пространённым явлением на террасах
и водоразделах крупных рек севера
Западной Сибири [12; 14]. Скорость
и успешность закрепления подвиж-
ных песков в северотаёжной зоне за-
висит от площади песчаных обнаже-
ний, скорости ветров, особенностей
увлажнения. Раздувы, как правило,
приурочены к участкам разреженных
лишайниковых лесов с преобладанием
сосны (*Pinus sylvestris*, L.). Чистые со-
новые насаждения занимают наибо-
лее сухие возвышенные местообита-
ния, где сосна с её глубокой корневой
системой является наиболее конкурен-
тоспособной среди других древесных
пород [8]. Площадь, занятая лишайни-
ковыми сосняками, находится в пря-
мой зависимости от площади таких
экотопов.

Помимо Западной Сибири сосно-
во-лишайниковые редколесья на пе-
сках различного генезиса распростра-
нены на севере Европейской части
России (Мурманской, Архангельской
и Ленинградской областях, Республике
Коми и Карелии), где их доля состав-
ляет 15–20% от общей площади сосно-
вых лесов [10; 11; 17]. Широко распро-
странены редкостойные сосновые леса
на территории Канады, где лишайни-
ковые сосняки описаны в провинции
Саскачеван, в частности, вдоль южного
берега оз. Атабаска [26]. В исследова-
ниях нередко отмечается, что локали-
зация чистых редкостойных сосняков
во многом совпадает с районами рас-
пространения водно-ледниковых (зан-
дровых) отложений.

Ландшафтная особенность состоит
в том, что экологически однородные
почвенные разности, оцениваемые по
ведущим факторам влажности и троф-
ности, приурочены к однотипным
материнским породам и формам ре-
льефа [13]. В результате формируется
специфический тип местообитаний с
высокоамплитудным режимом увлаж-
нения, в пределах которого наиболее
конкурентными оказываются хвой-
ные породы деревьев и лишайники. В
этом отношении лишайниковые со-
сняки являются одним из устойчивых
фитоиндикаторов зандровых полей и
долин севера Западной Сибири, рас-
пространённых вдоль крупных рек и
на водораздельных пространствах, что
подтверждается полевыми геологиче-
скими изысканиями [1].

Заключение

В ходе проведённых исследований
впервые выполнено детальное описа-
ние растительных сообществ участков
наиболее крупных для севера Западной
Сибири песчаных раздувов, располо-
женных в верхнем и среднем течениях
р. Надым (участок от устья р. Левая
Хетта до устья р. Татляхяха).

Всего выявлен 51 вид, в т. ч. 5 видов
деревьев, 4 представителя подлеска,
22 представителя травяно-кустарнич-
кового яруса и 20 видов мхов и лишай-
ников. Основными видами в составе
микрогруппировок напочвенного по-
крова на закрепляемых участках пе-
счаных раздувов являются лишайники
рода *Cladonia* и *Cetraria*, листостебель-
ные мхи рода *Polytrichum*, кустарнич-
ки *Vaccinium vitis-idea* L. и *Empetrum ni-*
grum L. В целом видовой состав крупных
раздувов, несмотря на разреженность и
неустойчивость растительного покрова,

характеризуется более высоким разнообразием, по сравнению с фоновыми лесными участками закреплённых песков.

Хвойные (с преобладанием сосны (*Pinus sylvestris*, L.)) лишайниковые редколесья, приуроченные к сухим песчаным экотопам, являются отличительным фитоиндикационным признаком северо-таёжных ландшафтов

Западной Сибири. В этом отношении они являются типичным отражением широкого распространения водноледниковых отложений, наиболее подверженных ветровой эрозии, наряду с другими регионами на севере Евразии и Северной Америки.

Статья поступила в редакцию 30.03.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин А. Е. Верхнекайнозойские отложения Сибирских Увалов Западно-Сибирской равнины // Советская геология. 1989. № 7. С. 46–54.
2. Васильев В. Г., Жиров А. И., Максимов Е. В. Тюменские дневники Л. П. Шубаева // Страны и народы Востока. Вып. XXVIII. География. Этнография. История. Культура / под общ. ред. Д. А. Ольдерогге. СПб.: Петербургское Востоковедение, 1994. С. 66–80.
3. Васильевская В. Д., Иванов В. В., Богатырев Л. Г. Почвы севера Западной Сибири. М.: МГУ, 1986. 307 с.
4. Дмитриев-Садовников Г. М. Река Надым // Ежегодник Тобольского губернского музея. 1918. № 29. С. 25–43.
5. Дунин-Горкавич А. А. Тобольский север. Т. 2: Географическое и статистико-экономическое описание страны по отдельным географическим районам. Тобольск: Губернская тип., 1910. 440 с.
6. Ильина И. С., Лапшина Е. И., Лавренко Н. Н. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1985. 248 с.
7. Конева В. В., Лашинский Н. Н. Сообщества *Cladonia oxneri* Rass. на техногенных раздувах в северной тайге Западной Сибири // *Turczaninowia*. 2014. № 17 (1). С. 77–82.
8. Кучеров И. Б., Зверев А. А. Лишайниковые сосняки средней и северной тайги Европейской России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 3 (19). С. 46–80.
9. Лоботросова С. А. Восстановление растительности на эоловых формах рельефа в северной тайге Западной Сибири // Криосфера Земли. 2014. Т. XVIII. № 1. С. 83–87.
10. Рысин Л. П. Сосновые Леса европейской части СССР. М.: Наука, 1975. 212 с.
11. Рысин Л. П., Савельева Л. И. Сосновые леса России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 289 с.
12. Сизов О. С. Геоэкологические аспекты современных эоловых процессов северотаежной подзоны Западной Сибири. Новосибирск: Гео, 2015. 124 с.
13. Сизов О. С., Лоботросова С. А., Соромотин А. В. Лишайниковые сосняки северной тайги Западной Сибири как индикатор ледниковых условий рельефообразования // Проблемы региональной экологии. 2017. № 2. С. 60–68.
14. Соромотин А. В., Сизов О. С. Активизация эоловых процессов на севере Западной Сибири в связи с возросшим антропогенным воздействием // Проблемы региональной экологии. 2007. № 4. С. 12–15.
15. Сумина О. И. Динамика разнообразия растительности на антропогенных местообитаниях как результат влияния внешних и внутренних факторов // Ботаника и природное многообразие растительного мира: сб. трудов II Всероссийской научной интернет-конференции с международным участием. Казань, 16 декабря 2014 г. Казань: ИП Синяев Дмитрий Николаевич, 2014. С. 116–120.

16. Сумина О. И. Поливариантная модель первичной сукцессии растительности на эко-топически гетерогенной территории (на примере карьеров лесотундры) // Успехи современного естествознания. 2012. № 11. С. 112–116.
17. Федорчук В. Н., Нешатаев В. Ю., Кузнецова М. Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России: Типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб.: СПбНИИЛХ, 2005. 382 с.
18. Физико-географическое районирование Тюменской области / под ред. Н. А. Гвоздецкого. М.: МГУ, 1973. 246 с.
19. Хренов В. Я. Почвы криолитозоны Западной Сибири: морфология, физико-химические свойства, геохимия. Новосибирск: Наука, 2011. 211 с.
20. Юнатов А. А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. Т. 3. М.; Л.: Наука, 1964. С. 9–36.
21. Bjorkman A. D., Myers-Smith I. H., Weiher E. Plant functional trait change across a warming tundra biome // *Nature*. 2018. Vol. 562. P. 57–62.
22. Converging effects of shrubs on shadow dune formation and sand trapping / Y. Yang, Y. Liu, J. Shi, D. Zhao, D. Dai, L. Lyu // *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. 2019. Vol. 124. P. 1835–1853.
23. Ground vegetation under natural stress conditions in Scots pine forests on fixed sand dunes in southwest Estonia / M. Tilk, M. Mandre, J. Klõšeiko, P. Kõresaar // *Journal of Forest Research*. 2011. Vol. 16. Iss. 3. P. 223–227.
24. Kapitonova O., Aksarina K. On some physical and chemical properties of soils of sandy outcrops of the West Siberian northern regions // *Environmental dynamics and global climate change*. 2018. Vol. 10. № 1. P. 29–39.
25. Tilk M., Ots K., Tullus T. Effect of environmental factors on the composition of terrestrial bryophyte and lichen species in Scots pine forests on fixed sand dunes // *Forest Systems*. 2018. Vol. 27. Iss. 3. DOI:10.5424/FS/2018273-13488
26. Vries de B., Wright R. A. The Lichens of Saskatchewan, Canada. Provincial list [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biodiversity.sk.ca/Docs/lichens.pdf> (дата обращения: 18.03.2022).
27. White R. A., Piraino K., Shortridge A., Arbogast A. F. Measurement of vegetation change in critical dune sites along the eastern shores of Lake Michigan from 1938 to 2014 with object-based image analysis // *Journal of Coastal Research*. 2019. Vol. 35 (4). P. 842–851.

REFERENCES

1. Babushkin A. E. [Upper Cenozoic deposits of the Siberian Ridges of the West Siberian Plain]. In: *Sovietskaya Geologiya* [Soviet geology], 1989, no. 7, pp. 46–54.
2. Vasiliev V. G., Zhirov A. I., Maksimov E. V. [Tyumen diaries of L. P. Shubaev]. In: Olderogge D. A., ed. *Countries and peoples of the East. Issue XXVIII. Geography. Ethnography. Story. Culture*. St. Petersburg, Petersburg Oriental Studies Publ., 1994, pp. 66–80.
3. Vasilevskaya V. D., Ivanov V. V., Bogatyrev L. G. *Pochvy severa Zapadnoi Sibiri* [Soils of the North of Western Siberia]. Moscow, Moscow State University Publ. House, 1986. 307 p.
4. Dmitriev-Sadovnikov G. M. [The Nadym River]. In: *Ezhegodnik Tobolskogo gubernskogo muzeya* [Yearbook of the Tobolsk Provincial Museum], 1918, no. 29, pp. 25–43.
5. Dunin-Gorkavich A. A. *Tobolskii Sever. T. 2: Geograficheskoe i statistiko-ekonomicheskoe opisanie strany po otdel'nym geograficheskim raionam* [Tobolsk North. Vol. 2: Geographical and statistical and economic description of the country in separate geographical areas]. Tobolsk, Gubernskaya Publ., 1910. 440 p.
6. Ilyina I. S., Lapshina E. I., Lavrenko N. N. *Rastitelnyi pokrov Zapadno-Sibirskoi ravniny* [Vegetation cover of the West Siberian Plain]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985. 248 p.

7. Koneva V. V., Lashchinsky N. N. [Communities of *Cladonia oxneri* Rass. on technogenic blow-ups in the northern taiga of Western Siberia]. In: *Turczaninowia*, 2014. no. 17 (1), pp. 77–82.
8. Kucherov I. B., Zverev A. A. [Lichen pine forests of the middle and northern taiga of European Russia]. In: *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Tomsk State University Journal of Biology], 2012, no. 3 (19), pp. 46–80.
9. Lobotrosova S. A. [Restoration of vegetation on eolian landforms in the northern taiga of Western Siberia]. In: *Kriosfera Zemli* [Earth's cryosphere], 2014, vol. XVIII, no. 1, pp. 83–87.
10. Rysin L. P. *Sosnovye lesa evropeiskoi chasti SSSR* [Pine Forests of the European part of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 212 p.
11. Rysin L. P., Savelyeva L. I. *Sosnovye lesa Rossii* [Pine forests of Russia]. Moscow, Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008. 289 p.
12. Sizov O. S. *Geoekologicheskie aspekty sovremennykh eolovykh protsessov severotaezhnoi podzony Zapadnoi Sibiri* [Geoecological aspects of modern eolian processes in the northern taiga subzone of Western Siberia]. Novosibirsk, Geo Publ., 2015. 124 p.
13. Sizov O. S., Lobotrosova S. A., Soromotin A. V. [Lichen pine forests of the northern taiga of Western Siberia as an indicator of glacial conditions for relief formation]. In: *Problemy regionalnoi ekologii* [Problems of regional ecology], 2017, no. 2, pp. 60–68.
14. Soromotin A. V., Sizov O. S. Activation of eolian processes in the north of Western Siberia due to increased anthropogenic impact. In: *Problemy regionalnoi ekologii* [Problems of regional ecology], 2007, no. 4, pp. 12–15.
15. Sumina O. I. [Dynamics of vegetation diversity in anthropogenic habitats as a result of the influence of external and internal factors]. In: *Botanika i prirodnoe mnogoobrazie rastitel'nogo mira: sb. trudov II Vserossiiskoi nauchnoi internet-konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Botany and natural diversity of the plant world: Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific Internet Conference with international participation], Kazan, IP Sinyaev Dmitriy Nikolaevich Publ., 2014, pp. 116–120.
16. Sumina O. I. [Polyvariant model of primary succession of vegetation in ecotopically heterogeneous territory (on the example of forest-tundra quarries)]. In: *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural history], 2012, no. 11, p. 112–116.
17. Fedorchuk V. N., Neshataev V. Yu., Kuznetsova M. L. *Lesnye ekosistemy severo-zapadnykh raionov Rossii: Tipologiya, dinamika, khozyaystvennye osobennosti* [Forest ecosystems of the northwestern regions of Russia: Typology, dynamics, economic features]. St. Petersburg, SPbNIILKh Publ., 2005. 382 p.
18. Gvozdetzky N. A., ed. *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Tyumenskoi oblasti* [Physical-geographical zoning of the Tyumen region]. Moscow, Moscow State University, 1973. 246 p.
19. Khrenov V. Ya. *Pochvy kriolitozony Zapadnoi Sibiri: morfologiya, fiziko-khimicheskie svoystva, geokhimiya* [Soils of the permafrost zone of Western Siberia: morphology, physicochemical properties, and geochemistry]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2011. 211 p.
20. Yunatov A. A. [Types and content of geobotanical research. Selection of trial plots and establishment of ecological profiles]. In: *Polevaya geobotanika. T. 3* [Field geobotany. Vol. 3]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1964, pp. 9–36.
21. Bjorkman A. D., Myers-Smith I. H., Weiher E. Plant functional trait change across a warming tundra biome. In: *Nature*. 2018, vol. 562, pp. 57–62.
22. Yang Y., Liu Y., Shi J., Zhao D., Dai D., Lyu L. Converging effects of shrubs on shadow dune formation and sand trapping. In: *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 2019, vol. 124, pp. 1835–1853.
23. Tilk M., Mandre M., Klõšeiko J., Kõresaar P. Ground vegetation under natural stress conditions in Scots pine forests on fixed sand dunes in southwest Estonia. In: *Journal of Forest Research*, 2011, vol. 16, iss. 3, pp. 223–227.

24. Kapitonova O., Aksarina K. On some physical and chemical properties of soils of sandy outcrops of the West Siberian northern regions. In: *Environmental dynamics and global climate change*, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 29–39.
25. Tilk M., Ots K., Tullus T. Effect of environmental factors on the composition of terrestrial bryophyte and lichen species in Scots pine forests on fixed sand dunes. In: *Forest Systems*, 2018, vol. 27, iss. 3. DOI:10.5424/FS/2018273-13488
26. Vries de B., Wright R. A. *The Lichens of Saskatchewan, Canada. Provincial list*. Available at: <http://www.biodiversity.sk.ca/Docs/lichens.pdf> (accessed: 18.03.2022).
27. White R. A., Piraino K., Shortridge A., Arbogast A. F. Measurement of vegetation change in critical dune sites along the eastern shores of Lake Michigan from 1938 to 2014 with object-based image analysis. In: *Journal of Coastal Research*, 2019, vol. 35 (4), pp. 842–851.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жеребятёва Наталья Владимировна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии Института наук о Земле Тюменского государственного университета;

e-mail: n.v.zherebyateva@utmn.ru

Сизов Олег Сергеевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории комплексного геолого-геофизического изучения и освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа Института проблем нефти и газа РАН;

e-mail: kabanin@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia V. Zherebyateva – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Department of Physical Geography and Ecology, Institute of Earth Sciences, University of Tyumen;

e-mail: n.v.zherebyateva@utmn.ru

Oleg S. Sizov – Cand. Sci. (Geography), Senior Researcher, Laboratory of Integrated Geological and Geophysical Study and Development of Oil and Gas Resources of the Continental Shelf, Assoc. Prof., Department of Geoecology, Faculty of Geology and Geophysics of Oil and Gas, Oil and Gas Research Institute of RAS;

e-mail: kabanin@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Жеребятёва Н. В., Сизов О. С. Особенности видового разнообразия и структуры растительного покрова на эоловых формах рельефа в долине р. Надым // Географическая среда и живые системы. 2022. № 2. С. 6–24.

DOI: 10.18384/2712-7621-2022-2-6-24

FOR CITATION

Zherebyateva N. V., Sizov O. S. Peculiarities of species diversity and structure of vegetation cover on aeolian relief forms in the Nadym River valley. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 2, pp. 6–24.

DOI: 10.18384/2712-7621-2022-2-6-24