

АССОЦИАЦИЯ ПСАММОФИТНЫХ СТЕПЕЙ МИНУСИНСКИХ БОРОВЫХ ЛЕНТ

М.А. Полякова¹, Н.Б. Ермаков^{1–4}

¹Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия; galatella@mail.ru, brunnera@mail.ru

²Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
Ялта, пгт. Никита, ул. Никитский спуск 52, Россия

³Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова,
655017, Абакан, ул. Ленина, 90, Россия

⁴Майкопский государственный технологический университет,
385000, Майкоп, ул. Первомайская, 191, Россия

Сообщества псаммофитных степей, распространенные по флювиогляциальным отложениям Минусинской котловины, отнесены к ассоциации *Pulsatillo turczaninovii–Caricetum korshinskyi ass. nov.* класса *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 1943. Степи занимают сухие выпуклые участки южных склонов песчаных дюн и окружены сосновыми лесами. Ординационный анализ показал флористические различия между двумя вариантами ассоциации. Менее олиготрофный и более ксерофитный вариант *Poa botryoides* характеризуется хорошо развитым травяным ярусом с доминированием *Poa botryoides*, *Achnatherum sibiricum*, *Dianthus versicolor*, *Carex pediformis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Bupleurum scorzonrifolium*. Второй вариант – *Abietinella abietina* – характеризуется слабо развитым травяным ярусом и постоянным присутствием мхов и лишайников (*Abietinella abietina*, *Rhytidium rugosum*, *Cladonia arbuscula*, *Peltigera canina*). Анализ осей ДСА-ординации и флористического состава показал важную роль типа субстрата и режима влажности, как основных факторов дифференциации вариантов. Кроме того, специфичность видового состава степных сообществ обуславливают окружающие их лесные сообщества, привносящие свои характерные виды – *Rubus saxatilis*, *Maianthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Agrimonia pilosa*, *Potentilla humifusa*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Goodyera repens*, *Chimaphila umbellata*, *Orthilia secunda*, *Neottianthe cucullata*.

Ключевые слова: степи, боровые ленты, эколого-флористическая классификация, Минусинская котловина, Сибирь.

Для цитирования: Полякова М.А., Ермаков Н.Б. 2024. Ассоциация псаммофитных степей Минусинских боровых лент. *Растительный мир Азиатской России*. 17(3):253–261. DOI: 10.15372/RMAR20240307

ВВЕДЕНИЕ

Южные сосновые боры – характерный элемент интразональной растительности степной зоны Евразии. Ленточные боры Южно-Минусинской котловины, как и аналогичные им боры Обь-Иртышского междуречья связаны с флювиогляциальными песчаными отложениями, пересекающими степную и лесостепную зоны.

Для ленточных боров характерно разнообразие условий местообитаний, обусловленное пересеченностью рельефа, разницей механического состава почв, разной глубиной стояния грунтовых вод и другими факторами. Наряду с преобладающими в борах сосновыми лесами, здесь встречаются различные нелесные сообщества. В данной статье мы рассматриваем только степные сообщества. Несмотря на то, что для территории Минусинских котловин разработана довольно подробная система классификации степей (Королюк, Макунина, 2001; Макунина, 2006; Ларионов и др.,

2015; Королюк, 2022), псаммофитные степные сообщества боровых лент до этого не описывались и отличаются от всех ранее выявленных синтаксонов зональных степей.

Целью исследования является проведение классификации и характеристика степных сообществ, встречающихся на территории песчаных боровых лент Минусинской межгорной котловины.

Ленточные боры в виде вытянутых с юго-запада на северо-восток полос, приурочены к флювиогляциальным отложениям древних долин стока и располагаются в южной части степной Южно-Минусинской межгорной котловины на абсолютных высотах 250–300 м, между 52–56° с.ш. и 89–94° в.д. (рис. 1). Имея общие размеры 280 × 120 км, котловина окаймлена на юге Джойским хребтом, на западе и севере – отрогами Кузнецкого Алатау, расположенными перпендикулярно направлению хребтов Западного Саяна, а на северо-западе она

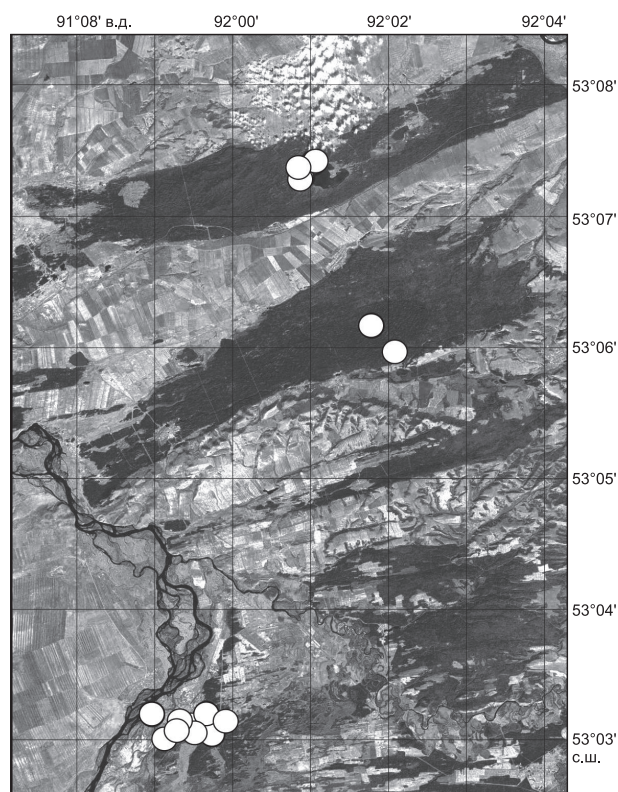


Рис. 1. Карта-схема локалитетов псаммофитных степей Минусинских боровых лент.

Fig. 1. Scheme of locality of psammophytic steppes of Minusinsk forest bends.

почти незаметно переходит в обширные пространства Западно-Сибирской низменности (Природные условия..., 1961; Никольская, 1968).

Западная часть Иньского и Лугавского боров, расположенных в степной зоне, в климатическом отношении находится в более жестких условиях, испытывая недостаток осадков, повышенную сухость воздуха и почв, нередкие пыльные бури. Восточная часть Иньского бора, а также восточная и центральная часть Лугавского бора, граничащие с лесостепной зоной, наряду с уменьшением континентальности климата характеризуются увеличением атмосферных осадков, понижением среднегодовой температуры, а также увеличением числа дней с морозами и сокращением вегетационного периода (Коляго, 1954). Годовая амплитуда температуры воздуха составляет 40.8 °C (Минусинск), уменьшаясь до 37.5 °C на востоке (Каратуз).

Малоснежная зима начинается в начале ноября. Среднемесячная температура января –21.2 °C. Относительная влажность, в зимний период, достигает своего максимума (74–79 %) при среднегодовой 71–74 %. Атмосферные осадки в виде снега составляют 8–13 % от годовой суммы. Устойчивый

снежный покров отмечается в первой половине ноября и максимальной величины достигает в феврале. Его мощность возрастает от перехода степной зоны к лесостепной. Больше половины всей среднегодовой нормы осадков выпадает за вегетационный период. Среднегодовое количество осадков в степной зоне – 317 мм, увеличивается в лесостепных районах до 421–494 мм (Справочник по климату СССР, 1967, 1969). В степной зоне, где расположены Минусинский и западная часть Лугавского бора, атмосферное увлажнение характеризуется небольшим количеством годовых осадков, и большая их часть выпадает в летние месяцы. В лесостепной зоне (восточная и центральная части Лугавского бора и Шушенский бор) среднегодовое количество осадков возрастает на 70–140 мм. Распространение осадков по сезонам остается то же, что и в степной зоне, но с большими абсолютными величинами (Коляго, 1954).

Господствующими почвами в борах являются супесчаные дерново-подзолистые почвы слабой, средней и сильной степени оподзоливания. Дерново-слабоподзолистые почвы располагаются на покатых и крутых склонах дюн и бугров. Механический состав почв однообразно супесчаный, только в верхних горизонтах почв междюнных понижений наблюдается некоторое увеличение доли тонких частиц.

Описанные степные сообщества занимают небольшие участки по верхним и привершинным частям склонов дюн, преимущественно южных и юго-западных экспозиций. Наибольшее распространение они демонстрируют в Минусинской боровой ленте, реже встречаются в Лугавском бору и по окраинам Шушенского бора.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на территории Минусинских боровых лент (Минусинской, Лугавской и Шушенской), где в 2000, 2005 и 2006 годах по стандартной методике были выполнены 17 геоботанических описаний (на пробных площадях размером 100 м²) степей, объединенных в базе данных геоботанических описаний на основе программы TURBOVEG (Hennekens, Schaminée, 2001).

Классификация сообществ проведена с применением эколого-флористического подхода (Westhoff, van der Maarel, 1973; Миркин и др., 1989; Dierschke, 1994) с использованием программного пакета JUICE 7.0. (Tichý, 2002), инструментом TWINSPAN, а также в соответствии с Международным кодексом фитоценологической номенклатуры (Theurillat et al., 2021). Для определения и описания синтаксонов были использованы диа-

гностические виды, которые включают комбинацию характерных, дифференциальных и константных видов (Westhoff, van der Maarel, 1973). Участие видов в сообществах оценивалось по шкале Браун-Бланке (г – единичные особи, + – <1 %, 1 – 1–5 %, 2 – 6–25 %, 3 – 26–50 %, 4 – 51–75 %, 5 – 76–100 %). Постоянство видов оценивалось по 5-балльной шкале, где I – 1–20 %, II – 21–40 %, III – 41–60 %, IV – 61–80 %, V – 81–100 %.

Градиентный анализ выполнен методом DCA (Detrended Correspondence Analysis) ординации с использованием программного пакета DECORANA (Hill, 1979). Экологическая интерпретация главных осей ординации проводилась на основании эмпирической оценки и анализа спектров экологических и фитосоциологических групп, по отношению к условиям увлажнения и характеру подстилающих пород местообитаний, по преимущественному распространению в определенном типе растительности.

Названия сосудистых растений приведены в соответствии с работой С.К. Черепанова (1995), мхов – М.С. Игнатова и О.М. Афоной (Ignatov, Afonina, 1992), лишайников – М.П. Андреева с соавт. (Andreev et al., 1996).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Степные сообщества на территории боровых лент Минусинской котловины занимают небольшие участки по сравнению с лесными типами растительности. Чаще всего они вытянуты в длину (до 15–20 м) по хорошо прогреваемым верхним участкам дюн, а в ширину, за редким исключением, имеют небольшие размеры, в среднем до 5–7 м. Их самобытность и своеобразность видового состава обусловлены спецификой как подстилающего песчаного субстрата, так и влиянием со стороны окружающих их лесных сообществ.

В ходе проведения классификации псаммофитные степи боровых лент отнесены нами к еurasийскому классу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 1943, порядку крупнодерновинных степей *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 и союзу мезоксерофитных луговых степей *Veronici incanae-Helictotrichion desertorum* Korolyuk et Makunina in Korolyuk 2007.

Ассоциация *Pulsatilla turczaninovii-Caricetum korshinskyi* Polyakova et Ermakov ass. nov. Синоним – *Pulsatilla turczaninovii-Caricetum korshinskyi* Polyakova et Ermakov 2018 ass. nova prov (Art. 3b). Синтаксон был опубликован ранее как предварительный (Полякова, Ермаков, 2018, табл. 1). Номенклатурный тип (holotypus) – описание 5, табл. 1, (номер в базе 139), Красноярский край, Шушенский р-н, окрестности пгт Шушен-

ское, 53.19092° N, 91.57572° E, 301 м над ур. м., 15.06.2005, автор М.А. Полякова, проективное покрытие травостоя 45 %, проективное покрытие мохово-лишайникового яруса 5 %. Диагностическая группа: *Pulsatilla turczaninovii*, *Oxytropis campanulata*, *Dracocephalum nutans*, *Dianthus versicolor*, *Rumex acetosella*, *Chamaerhodos erecta*, *Equisetum hyemale*.

Ассоциация объединяет мезоксерофитные олигомезотрофные степи, располагающиеся по небольшому, окруженным сосновыми лесами, открытым участкам выпуклых верхних частей склонов южных экспозиций и привершинных участков высоких (15–20 м) песчаных дюн. Они встречаются на территории преимущественно Минусинского бора, реже отмечаются в Лугавском и по окраинам Шушенского бора. Особенности субстрата, на которых развиваются сообщества данной ассоциации, отражает обширная группа псаммофитов (*Equisetum hyemale*, *Calamagrostis epigeios*, *Rumex acetosella*, *Carex ericetorum*, *Orthilia secunda*, *Neottianthe cucullata*, *Potentilla humifusa*), а также облигатных и факультативных петрофитов, способных произрастать на бедных и рыхлых почвах (*Thymus serpyllum* agg., *Alyssum obovatum*, *Orostachys spinosa*, *Viola arenaria*, *Gypsophila altissima*, *Schizonepeta multifida*, *Stevenia cheiranthoides*, *Heteropappus altaicus*).

Кустарниковый ярус развит слабо, покрытие в среднем 2–3 %, встречаются такие виды, как *Caragana arborescens*, *Cotoneaster melanocarpus* и подрост *Pinus sylvestris*.

Травяной ярус имеет среднее проективное покрытие 35–40 %, достигая в некоторых сообществах 75 %. Одной из причин такой вариативности покрытия травяного яруса, очевидно, выступает различие экологических условий. В сообществах, где происходит накопление гумусового горизонта, а также минимально влияние окружающих сообществ леса, развитие травяного яруса достигает в среднем 60 %. Поверхность почвы более задернована, а мох и лишайники практически не встречаются. В то же время на местообитаниях с неблагоприятными для развития условиями покрытие травяного яруса снижается практически в два раза, но увеличивается покрытие мхов и лишайников, способных конкурировать с травами в таких условиях.

Видовая насыщенность варьирует от 24 до 39 видов на 100 м². Средняя высота первого подъяруса 35–50 см, максимальная – 75 см, покрытие – 10–35 %. Доминируют *Stipa pennata*, *Poa angustifolia*, *P. botryoides*, *Calamagrostis epigeios*, *Bupleurum scorzonrifolium*, регулярно встречаются *Equisetum hyemale*, *Phleum phleoides*, *Potentilla tanacetifolia*, *Scabiosa ochroleuca*, *Vicia amoena*, *Chamaerhodos*

Таблица 1

Ассоциации *Pulsatillo turczaninovii*–*Caricetum korshinskyi* ass. nov.

Association *Pulsatillo turczaninovii*–*Caricetum korshinskyi* ass. nov.

Экспозиция, °		180	180	180	170	180	150	225	225	150	180	170	190	180	180	150	180	180	
Крутизна склона, °		3	15	7	8	20	15	28	1	7	8	12	15	7	7	10	7	5	
Покрывтие кустарникового яруса, %						5	7	3	2	2				2	2	2		2	
Покрывтие травяного яруса, %		35	35	40	40	45	15	25	60	30	45	60	65	75	75	70	65	75	
Покрывтие мохово-лишайникового яруса, %		40	8	7	5	5	80	3	2	1	2		1		2	2	1	2	

Площадь описания везде 100 м²

№ столбца		1	2	3	4	5*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Номер описания в БД		239	130	189	181	139	217	156	155	216	282	285	288	317	315	320	303	319		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Д. в. ассоциации *Pulsatillo turczaninovii*–*Caricetum korshinskyi*

<i>Dracocephalum nutans</i> (V.i–H.d)	(-hl)	+	+	+	+	2	+	.	.	+	1	.	+	.	.	+	+	+	V	III
<i>Oxytropis campanulata</i>	(-hl)	.	+	.	+	+	+	2	1	+	+	+	2	.	1	.	1	+	III	V
<i>Pulsatilla turczaninovii</i>	(-hl)	.	.	.	.	+	+	2	2	1	+	2	2	2	2	1	1	+	II	V
<i>Dianthus versicolor</i>	(-hl)	+	.	.	.	+	.	1	+	+	.	+	1	+	+	.	1	.	II	IV
<i>Rumex acetosella</i>	(-hl)	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	1	.	1	+	.	+	III	III
<i>Equisetum hyemale</i>	(-hl)	.	.	+	+	.	.	+	+	r	.	r	.	.	+	.	.	+	II	III
<i>Chamaerhodos erecta</i>	(-hl)	+	.	.	+	+	+	2	+	1	.	.	2	2	.	.	2	.	IV	III

Вариант *Abietinella abietina*

<i>Peltigera canina</i>	(-ml)	+	2	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.
<i>Carex ericetorum</i>	(-hl)	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Cladonia arbuscula</i>	(-ml)	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Abietinella abietina</i>	(-ml)	.	.	.	.	+	3	.	1	.	1	-ml	.	.	2	.	.	+	II	II

Вариант *Poa botryoides*

<i>Cleistogenes squarrosa</i>	(-hl)	2	.	+	.	+	.	1	1	1	2	1	+	+	1	+	1	2	III	V
<i>Calamagrostis epigeios</i> (V.i–H.d)	(-hl)	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	+	1	+	+	+	.	I	IV
<i>Vicia amoena</i> (V.i–H.d)	(-hl)	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	2	2	r	2	.	.	.	I	III
<i>Bupleurum scorzonerifolium</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	2	.	+	+	.	+	.	I	IV
<i>Poa botryoides</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	2	.	2	1	2	2	.	.	IV

Д. в. союза *Veronico incanae*–*Helictotrichion desertorum*

<i>Scabiosa ochroleuca</i> (FB)	(-hl)	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	IV	III
<i>Poa angustifolia</i> (FB)	(-hl)	.	.	2	2	2	2	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	2	IV	II
<i>Medicago falcata</i> (FB)	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	2	.	.	.	.	II
<i>Fragaria viridis</i> (FB)	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	I
<i>Potentilla humifusa</i> (FB)	(-hl)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Carex pediformis</i> (FB)	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	.	.	I

Д. в. порядка *Brachypodietalia pinnati*

<i>Erigeron acris</i>	(-hl)	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	III	II
<i>Taraxacum officinale</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	I	I
<i>Hieracium umbellatum</i>	(-hl)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I	I
<i>Achillea asiatica</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	I
<i>Plantago media</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Carex praecox</i>	(-hl)	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Lupinaster pentaphyllus</i>	(-hl)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa urssulensis</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
<i>Linaria vulgaris</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Potentilla argentea</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I

Д. в. класса *Festuco-Brometea*

<i>Stipa pennata</i>	(-hl)	.	2	1	2	2	.	2	.	.	.	.	2	1	.	2	2	.	IV	III
<i>Koeleria cristata</i>	(-hl)	.	+	.	+	.	+	1	2	.	+	2	+	2	2	.	+	+	III	IV

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Phleum phleoides</i> (Bp)	(-hl)	2	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	+	.	2	1	.	+	II	III
<i>Pulsatilla patens</i>	(-hl)	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	II	I
<i>Polygala comosa</i>	(-hl)	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Iris ruthenica</i> (Bp)	(-hl)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Tephrosieris integrifolia</i> (Bp)	(-hl)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I	I
<i>Festuca valesiaca</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	I
<i>Galium verum</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.	I
<i>Plantago urvillei</i> (Bp)	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	I
<i>Bromopsis inermis</i> (Bp)	(-hl)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
Прочие виды:																				
<i>Pinus sylvestris</i>	(-sl)	.	.	.	.	2	+	.	r	+	+	.	.	.	.	.	.	+	II	II
<i>Caragana arborescens</i>	(-sl)	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Cotoneaster melanocarpus</i>	(-sl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	II
<i>Aster alpinus</i>	(-hl)	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	r	.	+	IV	IV
<i>Schizonepeta multifida</i>	(-hl)	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	IV	II
<i>Achnatherum sibiricum</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	+	+	.	.	IV
<i>Gypsophila altissima</i>	(-hl)	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1	.	II	II
<i>Artemisia gmelinii</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.	I
<i>Carex korshinskyi</i>	(-hl)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	V	V
<i>Veronica incana</i>	(-hl)	+	+	+	+	1	+	1	2	+	+	1	2	2	1	2	1	+	V	V
<i>Artemisia commutata</i>	(-hl)	.	+	+	+	+	+	.	2	1	.	.	+	2	.	+	1	+	IV	IV
<i>Silene jeniseensis</i>	(-hl)	.	+	.	+	+	.	2	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	III	III
<i>Androsace septentrionalis</i>	(-hl)	.	+	+	.	+	.	.	.	+	+	.	+	.	+	+	.	.	III	III
<i>Potentilla tanacetifolia</i>	(-hl)	+	.	+	.	.	.	1	2	.	.	2	2	2	2	.	.	.	II	III
<i>Scutellaria scordiifolia</i>	(-hl)	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	+	.	r	+	.	+	III	III
<i>Heteropappus altaicus</i>	(-hl)	1	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	I	II
<i>Fragaria vesca</i>	(-hl)	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	III	I
<i>Astragalus adsurgens</i>	(-hl)	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	II	II
<i>Pinus sylvestris</i>	(-hl)	+	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	IV	I
<i>Agrimonia pilosa</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	r	.	+	I	II
<i>Poa sibirica</i>	(-hl)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	I	II
<i>Euphrasia pectinata</i>	(-hl)	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Viola arenaria</i>	(-hl)	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	II	I
<i>Artemisia campestris</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	2	.	.	.	.	II
<i>Carex duriuscula</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Crepis tectorum</i>	(-hl)	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Koeleria delavignei</i>	(-hl)	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Poa transbaicalica</i>	(-hl)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Betula pendula</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I	I
<i>Festuca ovina</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I	I
<i>Artemisia frigida</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Potentilla imerethica</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Potentilla flagellaris</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Silene repens</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	I
<i>Anagallidium dichotomum</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	r	.	.	.	I
<i>Potentilla longifolia</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	I
<i>Euphrasia parviflora</i>	(-hl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	I
<i>Polytrichum species</i>	(-ml)	2	2	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	V	I
<i>Rhytidium rugosum</i>	(-ml)	.	.	+	.	.	3	.	.	+	.	.	2	.	.	.	2	.	II	II
<i>Pleurozium schreberi</i>	(-ml)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	I	I

Единичные виды: *Pinus sylvestris* (-tl) 17(+); *Salix species* (-tl) 17(+); *Betula pendula* (-sl) 8(+); *Rosa acicularis* (-sl) 13(+); *Potentilla acaulis* (-hl) 11(+); *Carex amgunensis* (-hl) 12(+); *Melilotus officinalis* (-hl) 17(+); *Neottianthe cucullata* (-hl) 17(+); *Geranium sibiricum* (-hl) 17(+); *Senecio nemorensis* (-hl) 17(+); *Delphinium grandiflorum* (-hl) 3(+); *Stevenia cheiranthoides*

(-hl) 3(+); *Poa pratensis* (-hl) 10(2); *Amoria repens* (-hl) 10(+); *Lappula heteracantha* (-hl) 10(+); *Trisetum sibiricum* (-hl) 1(+); *Conyza canadensis* (-hl) 1(+); *Artemisia vulgaris* (-hl) 1(+); *Lappula squarrosa* (-hl) 1(+); *Hypericum elegans* (-hl) 4(+); *Potentilla fragarioides* (-hl) 2(+); *Melilotus albus* (-hl) 13(r); *Orobancha species* (-hl) 13(r); *Senecio erucifolius* (-hl) 11(+); *Berteroa incana* (-hl) 14(+); *Thesium refractum* (-hl) 11(+); *Bromopsis pumpehiana* (-hl) 11(+); *Carum carvi* (-hl) 11(r); *Chimaphila umbellata* (-hl) 6(+); *F. pseudosulcata* (-hl) 6(+); *Goodyera repens* (-hl) 6(+); *Maianthemum bifolium* (-hl) 6(+); *Orthilia secunda* (-hl) 6(+); *Rubus saxatilis* (-hl) 6(r); *Vaccinium vitis-idaea* (-hl) 6(1); *Vicia cracca* (-hl) 6(+); *Rhodobryum roseum* (-ml) 7(+); *Hylocomium splendens* (ml) 6(2); *Cladonia rangiferina* (-ml) 1(1); *C. chlorophaea* (-ml) 2(+); *C. cervicorni s. verticilla* (-ml) 2(+).

Локалитеты описаний:

№ описания в базе	Уникальный номер	Дата описания	Локалитет	Широта	Долгота
130	MP-28.06	14.08.06	Красноярский край, Минусинский р-н	53.37004°	92.10417°
139	MP-03.05	15.06.05	Красноярский край, Шушенский р-н	53.19092°	91.57572°
155	MP-19.05	18.06.05	»	53.18151°	91.58255°
156	MP-20.05	18.06.05	»	53.18151°	91.58255°
181	MP-45.05	01.07.05	Красноярский край, Минусинский р-н	53.44267°	92.06124°
188	MP-52.05	02.07.05	»	53.44106°	92.05065°
189	MP-53.05	02.07.05	»	53.43480°	92.05198°
216	MP-80.05	14.07.05	Красноярский край, Шушенский р-н	53.19104°	91.57587°
217	MP-81.05	14.07.05	»	53.19104°	91.57587°
239	MP-103.05	01.09.05	»	53.31380°	91.53476°
282	NE-12.00	05.07.00	»	53.31218°	91.94889°
285	NE-15.00	05.07.00	»	53.31181°	91.94879°
288	NE-18.00	06.07.00	»	53.30951°	91.95235°
303	NE-33.00	07.07.00	»	53.31313°	91.96417°
315	NE-45.00	09.07.00	»	53.31003°	91.96123°
317	NE-47.00	09.07.00	»	53.31059°	91.95757°
319	NE-49.00	09.07.00	»	53.28689°	91.90003°
320	NE-50.00	09.07.00	»	53.28464°	91.9001°

erecta. Второй подъярус (средняя высота 12–23 см, максимальная – 26 см, покрытие – 8–30 %) образуют *Carex korshinskyi*, *Cleistogenes squarrosa*, *Oxytropis campanulata*, *Dracocephalum nutans*, *Fragaria vesca*, *Silene jeniseensis*, *Veronica incana*.

Мохово-лишайниковый ярус не всегда развит, покрытие может варьировать от 0 до 80 %. Наиболее регулярно встречаются *Rhytidium rugosum*, *Abietinella abietina*, *Polytrichum* sp., среди единичных видов – *Pleurozium schreberi*, *Cladonia rangiferina*, *Cl. verticilla*.

Ассоциация представлена двумя вариантами. Наиболее влажный и олиготрофный вариант *Abietinella abietina* характеризуется наличием слабо развитого травяного яруса и постоянным присутствием мхов и лишайников (*Abietinella abietina*, *Rhytidium rugosum*, *Cladonia arbuscula*, *Peltigera canina*), покрытие которых обычно не превышает 5–8 %, в отдельных случаях может достигать до 80 %.

Наиболее ксерофитный вариант *Poa botryoides* отличается хорошо развитым травяным ярусом (среднее проективное покрытие 65 %), образованным мезоксерофитами (*Poa botryoides*, *Achnatherum sibiricum*, *Dianthus versicolor*, *Carex*

pediformis) и ксерофитами (*Cleistogenes squarrosa*, *Koeleria cristata*, *Bupleurum scorzonrifolium*).

Для изучения экологических закономерностей формирования псаммофитных степей боровых лент был использован метод главных компонент Detrended correspondence analysis (DCA-ординация). Интерпретация полученных результатов проводилась по оценке индикационных свойств видов растений при выявлении ведущих экологических факторов (градиентов), обуславливающих дифференциацию степей на главных осях и их роли в формировании псаммофитных степей (рис. 2).

По оси 1 ординации описания распределились на две группы, соответствующие вариантам ассоциации, по комплексному экологическому фактору влажности-богатства почв. В диапазоне 0.0–1.4 расположены сообщества более ксерофитного и менее олиготрофного варианта *Poa botryoides*. Следующими, в диапазоне 1.4–3.0, расположились описания второго, более мезофитного и более олиготрофного варианта *Abietinella abietina*. Травяной ярус этих сообществ характеризуется отсутствием или редким присутствием ксерофитов и мезоксерофитов, присущих предыдущему варианту, но здесь возрастает доля участия ксеромезофи-

тов (*Carex ericetorum*, *Polygala comosa*, *Stipa pennata*, *Poa angustifolia*, *Koeleria delavignei*). С небольшим покрытием, но с высоким классом постоянства в сообществах появляются мезофиты (*Crepis tectorum*, *Erigeron acris*, *Fragaria vesca*), наличие которых обуславливается, с одной стороны, расположением сообществ по более крутым, чем предыдущий вариант, привершинным частям южных склонов, на которые приходится транзит влаги с верхних выпуклых частей дюн. С другой стороны, на эти сообщества большее влияние в виде затенения оказывает и окружающий сообщества древесный ярус господствующей лесной растительности.

На оси 2 ординации не обнаружено столь явного разделения описаний на отдельные группы, как на оси 1 ординации. Но тем не менее здесь наблюдается тенденция разделения каждого варианта на две группы. Фактором, влияющим на небольшую вариативность распределения сообществ внутри каждого варианта, выступает крутизна склона. В диапазоне 0.4–0.8 расположены сообщества, занимающие, преимущественно, более крутые склоны (12–15°). В то время как сообщества, расположенные в диапазоне 0.9–1.1 оси 2, занимают более пологие части склонов (5–7°).

Результаты ординационного анализа демонстрируют общие экологические закономерности формирования степей боровых лент. Ведущая роль принадлежит факторам влагообеспеченности и трофности местообитаний, тесно связанным между собой. Специфика механического состава песчаных почв (иллювирование гумусовых веществ), с одной стороны, не дает возможности накопления гумусового горизонта для развития более мезотрофной степной растительности, характерной для типичных луговых степей. С другой стороны, влияние затенения от окружающего степные сообщества леса и свойства песков как “собираателей влаги” компенсируют дефицит увлажнения, что способствует развитию мохово-лишайникового яруса.

“Нестандартность” видового состава степей боровых лент обусловлена, в первую очередь, их расположением в непосредственном контакте с лесной растительностью, которая привносит в состав степных сообществ характерные для лесов виды – *Rubus saxatilis*, *Poa sibirica*, *Maianthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Crepis tectorum*, *Agrimonia pilosa*, *Potentilla humifusa*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Goodyera repens*, *Chimaphila umbellata*, *Orthilia secunda*, *Neottianthe cucullata*. Эти виды не играют заметной роли в сложении самих степных фитоценозов, но их присутствие подчеркивает умеренно сухие, олиготрофные экологические особенности местообитаний. Олиготрофность местообитаний

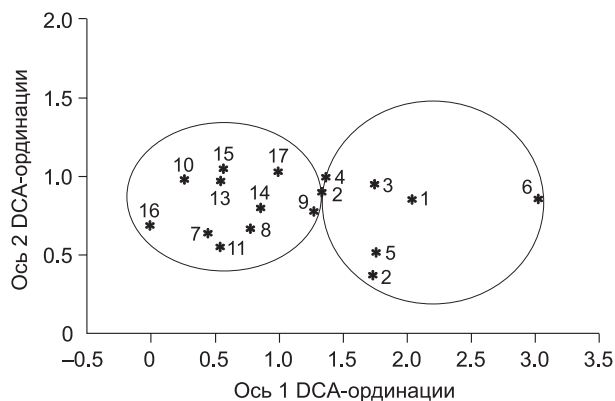


Рис. 2. Распределение сообществ ассоциации *Pulsatilla turczaninovii*-*Caricetum korshinskyi* на осях 1, 2 DCA-ординации.

*Порядковые номера описаний соответствуют их номеру в таблице 1.

Fig. 2. Distribution of communities of the association *Pulsatilla turczaninovii*-*Caricetum korshinskyi* on the axes 1, 2 DCA- ordination.

*The serial numbers of the relevés correspond to their numbers in Table 1.

так же подчеркивается большим количеством видов, относящихся к псаммофитам (*Carex ericetorum*, *Calamagrostis epigeios*, *Equisetum hyemale*, *Pulsatilla patens*, *Orthilia secunda*, *Neottianthe cucullata*, *Potentilla humifusa*, *Chimaphila umbellata*) и петрофитам (*Thymus serpyllum* agg., *Dracocephalum nutans*, *Dianthus versicolor*, *Artemisia gmelinii*, *Orostachys spinosa*, *Scabiosa ochroleuca*).

Определяя синтаксономическую принадлежность ассоциации, мы “взвешивали” постоянство видов, характерных для степных классов *Festuco-Brometea* и *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov et al. 1991. Исследованные сообщества можно охарактеризовать как переходные между этими двумя классами, так как анализ их ценофлор показал наличие видов, характерных для обоих классов.

Из характерных видов азиатских степей *Cleistogenetea squarrosae* с высоким постоянством отмечены только *Cleistogenes squarrosa* и *Koeleria cristata* (являющаяся так же диагностическим видом класса *Festuco-Brometea*) (см. табл. 1). С невысоким постоянством присутствуют *Poa botryoides*, *Artemisia frigida*, *Heteropappus altaicus*, *Potentilla acaulis*, *Veronica incana*, *Kitagawia baicalensis*, *Galium verum*, которые нередко встречается также и в степях класса *Festuco-Brometea*. В целом, виды, характерные для класса луговых степей *Festuco-Brometea* и редко встречающиеся в степях *Cleistogenetea squarrosae* (*Stipa pennata*, *Phleum phleoides*, *Poa angustifolia*, *Polygala comosa*, *Fragaria viridis*), более

многочисленны в описанных сообществах, и часть из них присутствует с высоким и средним классами постоянства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе изучения флористического состава и проведения классификации песчаных степей борных лент Южно-Минусинской котловины была описана ассоциация *Pulsatillo turczaninovii-Caricetum korshinskyi* ass. nov. и проанализированы особенности экологических условий ее формирования. Ассоциация имеет локальное распространение в наиболее сухих Минусинской и Лугавской борных лентах, а также по окраинам Шушенского бора. Там она приурочена к открытым полянам на южных привершинных частях высоких песчаных дюн среди господствующих сосновых лесов. По совокупности характерных флористических признаков данная ассоциация отнесена в состав евросибирского класса луговых степей *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 1943, порядку *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 и союзу *Veronici incanae-Helictotrichion desertorum* Korolyuk et Makunina in Korolyuk 2007.

Благодарности. Исследования по анализу ценофлоры ассоциации псаммофитных степей выполнены в рамках государственного задания № АААА-А21-121011290026-9 Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, а эколого-флористическая классификация выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 22-17-20012, <https://rscf.ru/project/22-17-20012/> при паритетной финансовой поддержке Правительства Республики Хакасия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Коляго С.А. 1954.** Природные условия и почвенный покров правобережной части Минусинской впадины В: Почвы Минусинской впадины. Труды Южно-Енисейской экспедиции АН СССР. М. Вып. 3. 184-296. [Kolyago S.A. 1954. Natural conditions and soil cover of the right-bank part of the Minusinsk basin. In: Soils of the Minusinsk depression. Proceedings of the South Yenisei expedition of the USSR Academy of Sciences. Moscow. Vol. 3. 184-296. (In Russian)].
- Корольюк А.Ю., Макунина Н.И. 2001.** Луговые степи и остепненные луга Алтае-Саянской горной области. Порядок *Stipetalia sibiricae*, союз *Aconito barbatae-Poion transbaicalicae*. *Krylovia*. 3(2):35-49. [Korolyuk A.Yu., Makunina N.I. 2001. Meadow steppes and meadows of Altay-Sayanian mountains Region. Order *Stipetalia sibiricae*, alliance *Aconito barbatae-Poion transbaicalicae*. *Krylovia*. 3(2):35-49. (In Russian)].
- Корольюк А.Ю. 2022.** Степи Назаровско-Минусинской межгорной впадины: синтаксономическая ревизия. *Растительный мир Азиатской России*. 15(3):171-190. [Korolyuk A.Yu. Steppes of the Nazarovsko-Minusinskaya intermountain depression: syntaxonomical revision. *Rastitel'nyy Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia*. 15(3):171-190 (In Russian)].
- Ларионов А.В., Ермаков Н.Б., Полякова М.А., Анкипович Е.С. 2015.** Степная растительность Хакасии: разнообразие и экология. Абакан. 196 с. [Larionov A.V., Ermakov N.B., Polyakova M.A., Ankipovich E.S. 2015. Steppe vegetation of Khakassia: diversity and ecology. Abakan. 196 p. (In Russian)].
- Макунина Н.И. 2006.** Степи Минусинских межгорных котловин. *Turczaninowia*. 9(4):112-144. [Makunina M.I. 2006. Steppes of Minusinskaya basin. *Turczaninowia*. 9(4):112-144. (In Russian)].
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. 1989.** Методические указания для практикума по классификации растительности методами Браун-Бланке. Уфа. 413 с. [Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomesch A.I. 1989. Methodological instructions for a workshop on vegetation classification using Braun-Blanquet methods. Ufa. 413 p. (In Russian)].
- Никольская Л.А. 1968.** Хакасия. Красноярск. 243 с. [Nikolskaya L.A. 1968. Khakassia. Krasnoyarsk. 243 p. (In Russian)].
- Полякова М.А. 2008.** Растительность ленточных боров Минусинской котловины: Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 216 с. [Polyakova M.A. 2008. Vegetation of forest bends of Minusinsk basin. PhD. Sci. (Biol.) Dissertation. Novosibirsk. 216 p. (In Russian)].
- Полякова М.А., Ермаков Н.Б. 2018.** Растительный покров Минусинских борных лент: разнообразие, экология и охрана. Абакан. 124 с. [Polyakova M.A., Ermakov N.B. 2018. Vegetation cover of the Minusinsk Boron belts: diversity, ecology and protection. Abakan. 124 p. (In Russian)].
- Природные условия Красноярского края. 1961.** М. 250 с. [Natural conditions of Krasnoyarsk Region. 1961. Moscow. 250 p. (In Russian)].
- Справочник по климату СССР. 1967.** Л. 21(2) 504 с. [USSR climate reference book. 1967. Leningrad. 21(2) 504 p. (In Russian)].
- Справочник по климату СССР. 1969.** Л. Вып. 21. Кн. 1. Ч. 4. 401 с. [USSR climate reference book. 1969. Leningrad. Rel. 21. Book 1. Part 4. 401 p. (In Russian)].
- Черепанов С.К. 1995.** Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. 992 с. [Czerepanov S.K. 1995. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). St. Petersburg. 992 p. (In Russian)].
- Dierschke H. 1994.** Pflanzensoziologie. Stuttgart: Ulmer. 683 p.

- Andreev M., Kotlov Y., Makarova I. 1996. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of the Russian Arctic. *Bryologist*. 99:137-169.
- Ignatov M.S., Afonina O.M. (Eds.). 1992. Check-list of mosses of the former USSR. *Arctoa*. 1(1-2). Delphes Ltd.:1-85.
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*. 12:589-591.
- Hill M.O. 1979. DECORAN TWINSPAN, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Huntington: Inst. of Terrestrial Ecology. 58 p.
- Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. 2021. International code of phytosociological nomenclature. 4rd ed. *Applied Vegetation Science*. 24(2):1-62. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*. 13:453.
- Westhoff V., van der Maarel E. 1973. The Braun – Blanquet approach. *Handbook of Vegetation Science*. 5:617-726.

ASSOCIATION OF PSAMMOPHYTIC STEPPES OF MINUSINSK FOREST BENDS

Mariya A. Polyakova¹, Nikolay B. Ermakov¹⁻⁴

¹Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia; galatella@mail.ru, brunnera@mail.ru

²Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia

³Khakass State University N. Katanov, Abakan, Russia

⁴Maykop State Technological University, Maykop, Russia

The psammophytic steppe community occurring on fluvio-glacial deposits in the Minusinskaya intermountain basin was classified as the association *Pulsatillo turczaninovii-Caricetum korshinskyi* ass. nov. within the class *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 1943, order *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 and alliance *Veronici incanae-Helictotrichion desertorum* Korolyuk et Makunina in Korolyuk 2007. It occupies only dry convex parts of southern slopes of sandy dunes surrounded by extra-zonal pine forests. DCA ordination showed floristic differences between two variants of association. The less oligotrophic and more xerophytic variant of *Poa botryoides* is characterized by a well-developed grass layer with dominance of *Poa botryoides*, *Achnatherum sibiricum*, *Dianthus versicolor*, *Carex pediformis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Bupleurum scorzonrifolium*. The second variant of *Abietinella abietina* is characterized by a poorly developed of grass layer and the constant presence of mosses and lichens (*Abietinella abietina*, *Rhytidium rugosum*, *Cladonia arbuscula*, *Peltigera canina*). The analysis of DCA axes and floristic composition demonstrated importance of substrate type and humidity regime as main factors for differentiation of variants. In addition, the specificity of the species composition of steppe communities is determined by the surrounding forest communities, which introduce their characteristic species – *Rubus saxatilis*, *Maianthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Agrimonia pilosa*, *Potentilla humifusa*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Goodyera repens*, *Chimaphila umbellata*, *Orthilia secunda*, *Neottianthe cucullata*.

Key words: steppes, forest bends, ecological-floristic classification, Minusinskaya basin, Siberia.

For citation: Polyakova M.A., Ermakov N.B. 2024. Association of psammophytic steppes of Minusinsk forest bends. *Rastitel'nyy Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia*. 17(3):253-261. DOI: 10.15372/RMAR20240307

Acknowledgments. The study on the analysis of the cenoflora of the psammophyte steppe association was carried out within the framework of the Central Siberian Botanical Garden, SB RAS (No. AAAA-A21-121011290026-9). The ecological and floristic classification was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation grant No. 22-17-20012, <https://rscf.ru/project/22-17-20012/> with equal financial support from the Government of the Republic of Khakassia.

ORCID ID

M.A. Polyakova 0000-0002-8835-8482

N.B. Ermakov 0000-0001-7550-990X

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received by the editors 27.02.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 20.05.2024