

Научная статья
УДК 581.9 (1-925.116)
doi: 10.17223/19988591/63/6

Флористическая дифференциация луговой растительности лесостепной зоны Приобского плато

Ирина Сергеевна Чупина¹, Андрей Юрьевич Королюк²

^{1,2} *Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия*

¹ <https://orcid.org/0000-0002-6475-056X>, irachupina@mail.ru

² <https://orcid.org/0000-0003-4646-4698>, akorolyuk@rambler.ru

Аннотация. Проведен анализ фитоценотического разнообразия луговой растительности лесостепной зоны Приобского плато посредством формализованных методов обработки данных. С помощью кластерного анализа 516 геоботанических описаний в программе JUICE 7.0 алгоритмами Modified TWINSpan Classification и TWINSpan выделено шесть типов луговых сообществ: солончаковатые луга, сырые лесные луга, сухие лесные луга, остепненные солонцеватые луга, остепненные луга, настоящие суходольные луга. Определено положение выделенных типов в системах двух классификаций: флористической на уровне классов, порядков, союзов; доминантной на уровне формаций, групп и классов формаций. Показано соответствие синтаксонов двух систем классификации. С использованием формализованных критериев выделены дифференцирующие виды с различной степенью стенотопности, индицирующие различные условия увлажнения, богатства и засоления почв, что подтверждено ординацией сообществ с использованием фитоиндикационных шкал. Показана роль этих факторов в дифференциации луговой растительности исследуемой территории.

Ключевые слова: луговая растительность, кластерный анализ, экологические шкалы, Приобское плато, лесостепь

Источник финансирования: Исследования выполнены в рамках государственного задания № АААА-А21-121011290026-9 Центрального сибирского ботанического сада СО РАН.

Для цитирования: Чупина И.С., Королюк А.Ю. Флористическая дифференциация луговой растительности лесостепной зоны Приобского плато // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2023. № 63. С. 92–108. doi: 10.17223/19988591/63/6

Original article

doi: 10.17223/19988591/63/6

Floristic Differentiation of Meadow Vegetation Plant Species in the Forest-Steppe Zone of the Priobskoye Plateau

Irina S. Chupina¹, Andrey Yu. Korolyuk²

^{1,2} Central Siberian Botanical Garden of the SB RAS

¹ <https://orcid.org/0000-0002-6475-056X>, irachupina@mail.ru

² <https://orcid.org/0000-0003-4646-4698>, akorolyuk@rambler.ru

Summary. Meadows form the zonal vegetation of the forest-steppe zone and are characterized by high heterogeneity. Currently, the meadows are used as hayfields and pastures, and, in most cases, are under a heavy anthropogenic pressure. Low-disturbed communities occupy only small areas in glades and on the edges of the birch forests, along the outskirts of fields, and on the slopes of gullies. The species composition of the meadows is formed by various ecological groups that indicate the conditions of habitats. These groups can also be used as a basis for vegetation classification. The purpose of the study is to identify the phytocoenotic diversity of the meadows and define species of indication value in the forest-steppe zone of the Priobskoye plateau.

The research was carried out on the left bank of the Ob River in the forest-steppe zone (Novosibirsk oblast and Altai krai) (See Fig. 1). The study is based on 531 relevés of meadow communities. The cluster analysis was used to identify the phytocoenotic diversity of the meadows. A general table was built in the IBIS 7.2 program and was processed in the JUICE 7.0 by the Modified TWINSpan Classification and TWINSpan algorithms. The resulting clusters were compared and differential species were identified (See Table). Position of the meadow communities on main ecological gradients were assessed using the plant indicator values (See Fig. 2).

The cluster analysis divided the dataset into 6 clusters. The first cluster comprises steppe alkaline meadows. Such meadows are characterized by sparse herbaceous cover and a small number of species. Salt-tolerant mesoxerophytes *Seseli strictum*, *Galatella biflora*, *Artemisia pontica*, etc. dominate. These meadows are the driest among the others (See Fig. 2). The second cluster comprises steppe meadows. At present, most of these meadows are tilled. They are dominated by mesoxerophytes such as *Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, *Peucedanum morisonii*, etc. Such meadows develop on dry soils (grades 54-55; See Fig. 2). The third cluster features typical dry meadows. They develop on the forest clearings and on idle lands. In the Priobskoye plateau, these meadows are the most common type among the other meadows. Dominants are eumesophytes and mesoxerophytes: *Bromopsis inermis*, *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigeios*, *Dactylis glomerata*, *Pimpinella saxifraga*, etc. Their position is at grade 56 on the moisture gradient (See Fig. 2). Dry forest meadows of the fourth cluster are found in small areas on the edges and in the glades of birch forests (grade 59; See Fig. 2). In these meadows, the dominants are *Brachypodium pinnatum*, *Bromopsis inermis*, *Rubus saxatilis*, and others. The fifth cluster includes salinized forb-grass meadows. They feature salt-resistant mesophytes such as *Jacobaea erucifolia*, *Glaux maritima*, *Parnassia palustris*, etc. These meadows are widespread in lowlands, in the valleys of small rivers, and in the outskirts of damp birch forests. On the moisture gradient (See Fig. 2), they are located at grades 61-62 that corresponds to the dry and fresh meadows. The sixth cluster incorporates wet forest meadows that are developed in the conditions of high soil moisture (grades 63-65; See Fig. 2). Among the main

dominant species are *Filipendula ulmaria*, *Dactylis glomerata*, *Anthriscus sylvestris*, *Angelica sylvestris*, etc.

The numerical analysis of relevés showed a high diversity of meadows in both dominant and floristic classifications. More than half of the diagnostically significant species (65 out of 95) have differential value for one of the six community types. These species have a high indication value as they are stenotopic. Steppe alkaline meadows (type 1) are diagnosed by mesoxerophytic hemihalophytes *Limonium gmelinii*, *Seseli strictum*, etc. Perennial meadow-steppe mesoxerophytes *Stipa pennata*, *Veronica spuria*, etc. are characteristic for steppe meadows (type 2) and meadow steppes. Typical dry meadows (type 3) differ by the presence of bi- and perennial eumesophytes *Convolvulus arvensis*, *Berteroa incana*, etc., which diagnose disturbed habitats and anthropogenic pressure. Perennial mesoxerophytes and eumesophytes (*Pulmonaria mollis*, *Brachypodium pinnatum*, etc.) indicate dry forest meadows (type 4). Salinized forb-grass meadows (type 5) are diagnosed by salt-tolerant mesoxerophytes, eumesophytes and mesohygrophytes (*Sonchus arvensis*, *Jacobaea erucifolia*, etc.) whose habitats are slightly salinized. In wet forest meadows (type 6) between dominant species are perennial eumesophytes and mesohygrophytes: *Filipendula ulmaria*, *Heracleum sibiricum*, etc.

Another 16 species have a high indicator value, being determinant for two types of communities. They are confined to relatively narrow segments on the moisture or salinity gradient. Thus, the species *Artemisia rupestris*, *Plantago salsa*, and others characterize saline habitats, developing in different moisture conditions. The most numerous group with *Phleum phleoides*, *Artemisia glauca*, and others is characteristic of dry habitats.

The meadow vegetation of the forest-steppe zone of the Priobskoye plateau is characterized by high floristic and phytocenotic diversity. Many plant species have an indicator value and can serve as a basis for determining the diagnostic species of syntaxa of various ranks.

The article contains 2 figures, 1 table, 30 references.

Keywords: meadow vegetation, cluster analysis, ecological scales, Priobskoye plateau, forest-steppe

Funding: The work is performed within the framework of the state assignment No. AAAA-A21-121011290026-9 of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS.

For citation: Chupina IS, Korolyuk AY. Floristic Differentiation of Meadow Vegetation Plant Species in the Forest-Steppe Zone of the Priobskoye Plateau. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2023;63:92-108. doi: 10.17223/19988591/63/6

Введение

Луга, наряду со степями и мелколиственными лесами, образуют фоновую растительность лесостепной зоны Приобского плато. Физико-географические условия, а именно особенности рельефа, гидрологический режим и многообразие типов почв определяют высокую гетерогенность луговой растительности. Здесь встречаются суходольные вторичные луга, остепненные ценозы на склонах балочных систем, высокотравные лесные и низинные заболоченные травяные сообщества, а также разнообразные галофитные варианты.

Травяные экосистемы имеют важное хозяйственное значение, являясь основными сенокосными и пастбищными угодьями. В результате длительного и интенсивного использования луговой растительности ее

естественный облик претерпел значительные изменения [1, 2]. Малонарушенные луга сохранились преимущественно в виде небольших участков по опушкам и полянам мелколиственных лесов, вдоль полей и залежей [3].

К настоящему времени имеются общие сведения о луговой растительности лесостепи Приобского плато и разработана система классификации на основании традиционных подходов для типов сообществ высокого ранга. П.Н. Крылов относит данную территорию к разнотравно-луговой подзоне лесостепной зоны и указывает на формирование на плакорах степных лугов, характеризующихся разнообразием и густотой травяного покрова [4]. В.В. Ревердатто упоминает степные луга, отмечая оригинальные солонцеватые варианты, а также сообщества из лесных и луговых видов, представляющие лесные луга в современном понимании [5]. При характеристике основных типов растительности Западной Сибири А.В. Куминова приводит краткую характеристику пойменных и материковых лугов Приобской лесостепи [6]. С точки зрения фитоценотической классификации суходольные луга Приобья охарактеризованы А.В. Куминовой и М.П. Митрофановой [7], а низинные луга описаны Н.В. Логутенко [8].

Разнообразие луговой растительности лесостепной зоны Приобского плато с позиций флористической классификации описано фрагментарно. Характеристика отдельных типов сообществ приведена в работах новосибирских геоботаников [9–15]. Луговая растительность относится к 3 классам: класс внутриконтинентальной галофитной растительности *Festuco-Puccinellietea* Соó ex Vicherek 1973, включающий солонцеватые и солончаковатые луга; евросибирский степной класс *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Соó 1947, включающий некоторые типы остепненных лугов; луговой класс *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937. Для анализируемой территории приводится 12 ассоциаций, что не отражает всего фитоценотического разнообразия исследуемого района. Анализ индикационного значения видов имеет значение для корректировки диагностических групп для синтаксонов различного иерархического уровня. Основными предпосылками для решения этих задач являются значительный объем фактических данных по луговой растительности Сибири, собранных в последние годы, а также доступность широкого спектра формализованных методов анализа объемных массивов геоботанических описаний.

Цель работы – выявление типов луговых сообществ высокого классификационного ранга и выделение диагностических групп видов для луговой растительности лесостепной зоны Приобского плато на основе формализованного анализа геоботанических данных.

Материалы и методики исследования

В основу работы положено 516 геоботанических описаний луговых сообществ, отобранных из 1 290 описаний растительности лесостепи Приобского плато, выполненных сотрудниками лаборатории экологии и геоботаники ЦСБС СО РАН на территории Новосибирской области и Алтайского

края (рис. 1). В программе IBIS 7.2 [16] построена валовая таблица, которая обработана в программном пакете JUICE 7.0 алгоритмом Modified TWINSpan Classification [17]. В ходе этой обработки выделены кластеры, наиболее крупные из которых разделены дополнительно алгоритмом TWINSpan [18]. Для каждого кластера созданы сводные описания. Дифференцирующие виды выделены по следующим критериям: встречаемость более чем на 20% и более чем в два раза выше, чем в других кластерах. На заключительном этапе анализа определено положение типов луговых сообществ на градиентах увлажнения, богатства и засоления почвы с использованием оптимумов растений юга Сибири и вычисления средневзвешенных статусов геоботанических описаний [19]. Экологические группы видов по отношению к увлажнению указаны согласно работе Е.П. Прокопьева [20].

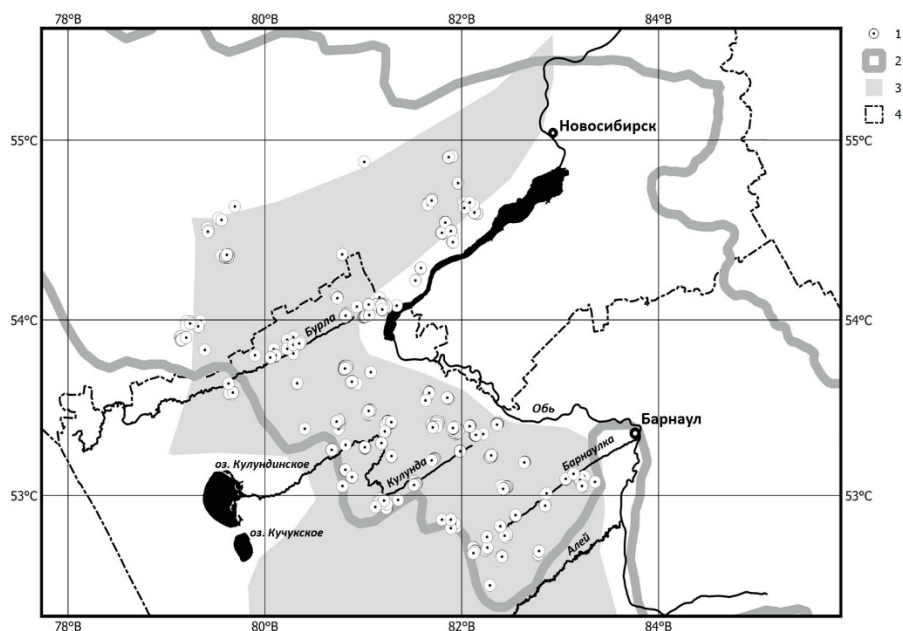


Рис. 1. Картограмма района исследования: 1 – геоботанические описания; 2 – границы лесостепи; 3 – Приобское плато; 4 – границы Алтайского края и Новосибирской области

[Fig. 1. Map of the study area: 1 - Relieves; 2 - Forest-Steppe area; 3 - Priobskoe plateau; 4 - Borders of the Novosibirsk and Altai Regions]

Облик Приобского плато определяет чередование трех типов ландшафтов: колючей лесостепи, балочных систем и ленточных боров. Колючая лесостепь представляет собой сочетание массивов мелколиственных лесов по западинам (колков) и безлесных лугово-степных участков [6, 10, 21]. Для этой территории характерно развитие суходольных лугов с преобладанием злаков: *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Calamagrostis epigeios*, *Bromopsis inermis* и др. В травостое межколочных лугов можно проследить

изменение видового состава от характерного для березовых лесов травостоя до настоящих и остепненных лугов.

Балочные системы представляют собой эрозионные образования, сформированные водными потоками в прошлом и настоящем [22, 23]. На территории Приобского плато они характеризуются высоким флористическим разнообразием, которое определяется разнообразием экотопов и изоляцией балочных систем [24]. По склонам балок формируются остепненные суходольные и настоящие суходольные луга, а ближе к кромке леса – лесные суходольные луга [7].

Ленточные боры сформированы по ложбинам древнего стока, они тянутся полосами до 400 км длиной с северо-востока на юго-запад [25, 26]. По опушкам боровых лент распространены остепненные и сухие луга, сформированные из лугово-степных, луговых, степных и синантропных растений. Во внутренней части бора развиваются луга, образованные луговыми и лугово-лесными видами [11, 12].

Согласно геоботаническому районированию, лесостепная зона Приобского плато находится в Южно-Приобском лесостепном округе левобережной Приобской лесостепной подпровинции [27]. В соответствии с картой «Биомы России» исследуемая территория относится к Тоболо-Приобскому лесостепному биому [28].

Результаты исследования и обсуждение

В результате кластерного анализа массива геоботанических описаний было выделено 6 типов сообществ. Их положение на ведущих экологических градиентах (рис. 2) и состав групп дифференцирующих видов (таблица) позволяют провести экологическую интерпретацию луговых типов сообществ и определить их место в системах доминантной и флористической классификаций растительности.

Первый тип сообществ представляет остепненные солонцеватые луга, на схеме ординации занимающие крайние положения на обоих градиентах. Они характеризуются относительной бедностью видового состава (в среднем 22–25 видов на 100 м²) и разреженностью травостоя (50–55%). Доминантами выступают солевывосливые ксеромезофиты *Artemisia pontica*, *A. rupestris*, *Galatella biflora*, *Seseli strictum* и гемиксерофиты *Artemisia nitrosa*, *Allium nutans*. Аналогичные сообщества широко распространены на территории Барабинской лесостепи и Кулундинской степи, где рассматриваются в составе группы формаций солонцово-солончаковых лугов одноименного класса формаций [29]. По условиям увлажнения они соответствуют переходу от лугостепного к сухолуговому [30]. С позиций флористической классификации они относятся к союзу *Galatellion biflorae* Korolyuk 1993 из состава порядка *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 и класса *Festuco-Brometea*.

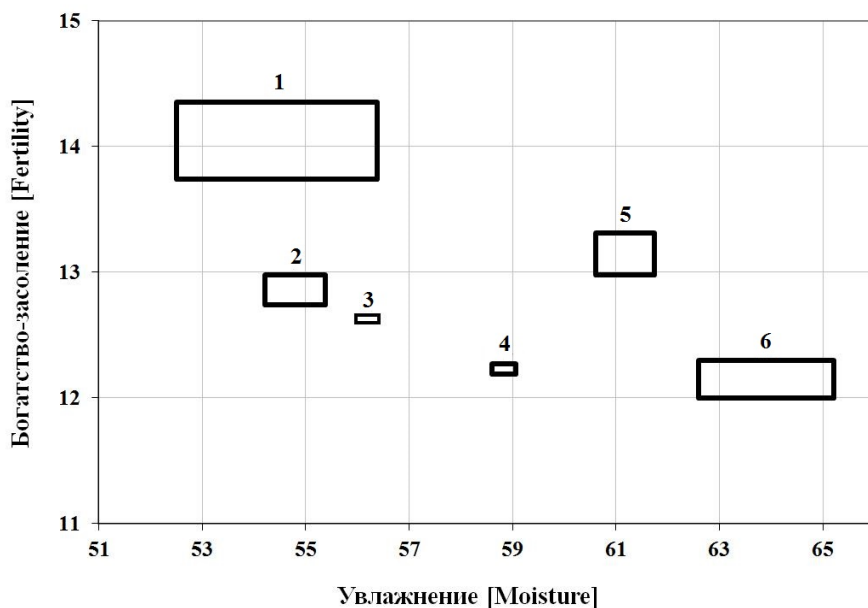


Рис. 2. Ординация типов луговых сообществ: 1 – остепненные солонцеватые луга; 2 – остепненные луга; 3 – настоящие суходольные луга; 4 – сухие лесные луга; 5 – солончаковатые луга; 6 – сырые лесные луга

[Fig. 2. Ordination of meadow types: 1 - Steppe solonetz-like meadows; 2 - Steppe meadows; 3 - Typical dry meadows; 4 - Dry variants of forest meadows; 5 - Solonchak-like meadows; 6 - Wet variants of forest meadows]

Синоптическая таблица
[Synoptic table]

Тип сообщества [Community type]	Постоянство [Constancy], %					
	1	2	3	4	5	6
Число описаний [Number of reléves]	9	36	236	173	42	20
Группы, дифференцирующие один тип сообществ						
<i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) Kuntze	89	17	2	3	15	.
<i>Seseli strictum</i> Ledeb.	89	6	2	1	24	.
<i>Artemisia nitrosa</i> Weber ex Stechm.	78	3	1	.	7	.
<i>Silene multiflora</i> (Ehrh.) Pers. (Gb)	45	17	4	2	22	.
<i>Puccinellia tenuissima</i> Litv. ex V.I. Krecz.	67	.	.	.	10	.
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	56	.	3	1	17	.
<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers. (FB)	45	6	2	.	10	.
<i>Festuca pseudovina</i> Hack. ex Wiesb. (FB)	34	9	10	7	.	.
<i>Sedum telephium</i> Czer.	45	6	1	3	.	.
<i>Saussurea salsa</i> (Pall.) Spreng.	45	.	.	1	.	.
<i>Polygonum patulum</i> M. Bieb.	34	.	.	.	.	.
<i>Goniolimon speciosum</i> (L.) Boiss.	34	.	.	.	.	.
<i>Stipa pennata</i> L. (FB)	11	81	30	20	5	.
<i>Veronica spuria</i> L.	11	47	5	12	5	.
<i>Thymus marschallianus</i> Willd. (FB)	.	45	17	7	.	.
<i>Asparagus officinalis</i> L. (FB)	.	45	4	12	5	.

Тип сообщества [Community type]	Постоянство [Constancy], %					
	1	2	3	4	5	6
Число описаний [Number of reléves]	9	36	236	173	42	20
<i>Salvia stepposa</i> Des.-Shost.	.	22	2	2	.	.
<i>Thesium refractum</i> C.A. Mey.	.	22	1	2	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	.	22	61	26	26	20
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	11	9	49	5	3	.
<i>Dracocephalum nutans</i> L.	.	9	47	8	.	.
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	.	.	34	2	5	.
<i>Rumex acetosella</i> L.	.	.	21	.	.	.
<i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem. (Cm–Cs)	.	20	26	66	10	20
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv. (Cm–Cs)	.	11	5	57	7	10
<i>Lathyrus pisiformis</i> L.	.	20	22	53	.	10
<i>Rubus saxatilis</i> L. (Cm–Cs)	.	9	2	49	3	15
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	.	11	5	46	.	5
<i>Filipendula stepposa</i> Juz.	.	22	3	45	10	5
<i>Viola hirta</i> L.	.	9	7	42	3	15
<i>Solidago virgaurea</i> L.	.	11	13	37	3	.
<i>Artemisia macrantha</i> Ledeb.	.	11	4	36	.	5
<i>Geranium bifolium</i> Patrín ex DC. (Hs–Gb)	.	.	2	29	.	5
<i>Sonchus arvensis</i> L.	.	11	12	13	93	30
<i>Jacobaea erucifolia</i> (L.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	22	9	8	10	91	.
<i>Cenolophium denudatum</i> (Hornem.) Tutin	11	6	4	13	69	30
<i>Carex aspratilis</i> V.I. Krecz. (FP)	.	.	.	.	60	.
<i>Melilotus dentatus</i> (Waldst. & Kit.) Pers.	.	.	.	2	57	.
<i>Astragalus sulcatus</i> L.	.	9	.	.	55	.
<i>Gypsophila perfoliata</i> L.	.	.	2	.	48	.
<i>Oxytropis glabra</i> DC.	.	.	.	.	43	.
<i>Festuca rubra</i> L.	.	.	.	3	41	5
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	.	12	2	38	.
<i>Cirsium esculentum</i> (Siev.) C.A. Mey. (Ce)	.	.	2	1	36	5
<i>Glaux maritima</i> L. (S–J)	.	.	.	.	31	.
<i>Medicago lupulina</i> L.	.	.	4	3	24	.
<i>Parnassia palustris</i> L.	.	.	.	.	24	.
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. (MA)	.	3	2	22	7	85
<i>Heracleum sibiricum</i> L. (Cm–Cs)	.	.	3	36	5	75
<i>Veronica longifolia</i> L. (MA)	11	.	1	18	10	75
<i>Angelica sylvestris</i> L. (MA)	.	.	1	14	10	75
<i>Rumex confertus</i> Willd.	.	.	7	20	15	60
<i>Phleum pratense</i> L. (MA)	.	.	5	23	5	55
<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	4	9	3	45
<i>Crepis sibirica</i> L. (MA)	.	.	.	17	.	40
<i>Carex riparia</i> Curtis	.	.	.	1	.	40
<i>Poa palustris</i> L.	.	3	.	4	3	35
<i>Angelica decurrens</i> (Ledeb.) B. Fedtsch.	.	.	.	1	.	35
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm. (MA)	.	.	.	1	.	35
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	.	7	3	30
<i>Aconitum volubile</i> Pall. ex Koelle (Cm–Cs)	.	.	.	4	.	30
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	.	.	2	5	.	25
<i>Trollius asiaticus</i> L. (Cm–Cs)	.	.	.	3	3	25
<i>Carex atherodes</i> Spreng.	.	.	.	1	3	25
<i>Rhinanthus vernalis</i> (N.W. Zinger) Schischk. & Serg.	.	.	1	.	.	25

Тип сообщества [Community type]	Постоянство [Constancy], %					
	1	2	3	4	5	6
Число описаний [Number of reléves]	9	36	236	173	42	20
Группы видов, дифференцирующие два типа сообществ						
<i>Seseli ledebourii</i> G. Don	34	34	4	3	3	.
<i>Allium nutans</i> L.	34	31	2	2	3	.
<i>Artemisia rupestris</i> L.	67	3	6	4	55	.
<i>Plantago salsa</i> Pall.	56	.	1	.	34	.
<i>Hordeum brevisubulatum</i> (Trin.) Link	34	.	.	1	48	15
<i>Phleum phleoides</i> (L.) H. Karst.	34	72	75	33	3	.
<i>Artemisia glauca</i> Pall. ex Willd.	.	64	34	8	.	.
<i>Lithospermum officinale</i> L.	.	47	38	18	7	5
<i>Nonea rossica</i> Steven	.	34	50	7	.	.
<i>Origanum vulgare</i> L.	.	11	35	46	3	5
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	.	3	26	30	3	5
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	31	33	82	29	90
<i>Vicia sepium</i> L.	.	3	12	58	12	90
<i>Serratula coronata</i> L.	.	9	1	55	3	45
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	.	14	1	3	43	45
<i>Potentilla anserina</i> L.	.	.	2	1	55	35
Группы видов, дифференцирующие 3–5 типов сообществ						
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.	34	22	38	2	3	.
<i>Potentilla argentea</i> L.	56	31	35	7	7	.
<i>Stipa capillata</i> L.	45	36	22	1	.	.
<i>Veronica spicata</i> L.	78	53	64	12	.	.
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	78	67	62	92	19	20
<i>Astragalus danicus</i> Retz.	.	42	68	55	19	5
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	.	59	50	42	3	10
<i>Iris ruthenica</i> Ker Gawl.	.	53	35	57	7	.
<i>Fragaria viridis</i> Weston	34	95	79	93	12	20
<i>Vicia cracca</i> L.	11	72	51	88	65	85
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	11	95	57	83	50	35
<i>Ranunculus polyanthemos</i> L.	11	42	60	51	48	55
<i>Thalictrum simplex</i> L.	11	20	35	84	88	85
<i>Sanguisorba officinalis</i>	22	17	7	71	48	85

Примечание. Диагностические виды синтаксонов: *Ce* – союз *Cirsion esculenti*, *Cm–Cs* – порядок *Carici macrourae-Crepidetalia sibiricae*, *FB* – класс *Festuco-Brometea*, *FP* – класс *Festuco-Puccinellietea*, *Gb* – союз *Galatellion biflorae*, *Hs-Gb* – союз *Heracleo sibirici-Geranion bifolii*, *MA* – класс *Molinio-Arrhenatheretea*, *S-J* – порядок *Scorzonero-Juncetalia gerardii*.

Второй тип представляет остепненные луга, индицирующиеся присутствием широко распространенных лугово-степных гипоксерофитов и гемиксерофитов: *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Cleistogenes squarrosa*, *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum* и др. Остепненные луга широко представлены в лесостепи Приобья, где сохранились преимущественно по опушкам березовых колков и склонам овражно-балочных систем. Они относятся к группе формаций остепненных суходольных лугов, классу формаций суходольных лугов. Это, как правило, полидоминантные сообщества, характеризующиеся сорогосподством *Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, *Peucedanum morisonii* и др. Видовое богатство сообществ составляет в среднем

35–40 видов на 100 м² с проективным покрытием 80–90% (реже 65–75%). Положение сообществ на 54–55-й ступенях градиентах увлажнения соответствует сухим лугам. В схеме флористической классификации данные луга также относятся к порядку *Brachypodietalia pinnati*, но положение их в системе союзов не определено. В системе доминантной классификации эти сообщества относятся к группе формаций остепненных суходольных лугов в составе класса формаций суходольных лугов.

Третий тип объединяет сообщества группы формаций настоящих суходольных лугов, господствующих на изученной территории [7]. Они представляют основные сенокосные угодья в лесостепных ландшафтах. Это преимущественно разнотравно-злаковые богатовидовые сообщества (в среднем 50–55 видов на 100 м² с проективным покрытием 85–95%) с доминированием ксеромезофитов и эумезофитов: *Bromopsis inermis*, *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigeios*, *Dactylis glomerata*, *Filipendula vulgaris*, *Pimpinella saxifraga* и др. На градиенте увлажнения они соответствуют 56-й ступени, что характерно для свежих и сухих лугов. Они относятся к классу *Molinio-Arrhenatheretea*, порядку *Galietalia veri* Mirkin et Naumova 1986, союзу *Trifolion montani* Naumova 1986.

Четвертый тип представляет широко распространенные лесные луга, которые в целом хорошо сохранились, так как располагаются на участках, которые относительно редко распахиваются, – опушках мелколиственных лесов и полянах. С позиций доминантной классификации они относятся к группе формаций лесных суходольных лугов, развивающихся на почвах умеренного увлажнения. Доминантами сообществ являются *Brachypodium pinnatum*, *Bromopsis inermis*, *Rubus saxatilis*, *Fragaria viridis*, *Calamagrostis epigeios*. Видовое богатство травяного покрова составляет в среднем 45–50 видов, проективное покрытие – от 75 до 100%. По отношению к увлажнению они соответствуют сухим и свежим лугам. В системе флористической классификации они входят в состав союза *Heracleo sibirici-Geranion bifolii* Korolyuk et al. 2016, порядка *Carici macrourae-Crepidetalia sibiricae* Ermakov et al. 1999, класса *Molinio-Arrhenatheretea*.

Пятый тип включает в себя сообщества солончаковатых разнотравно-злаковых лугов. Переменный режим увлажнения, приводящий к аккумуляции солей в верхних горизонтах почвы, определяет формирование ценозов с высокой встречаемостью солевых ксеромезофитов, эумезофитов и гидромезофитов *Jacobaea erucifolia*, *Glaux maritima*, *Parnassia palustris*, *Carex aspratilis* и др. и доминированием в травостое *Calamagrostis epigeios*, *Agrostis gigantea*, *Elytrigia repens*, *Hordeum brevisubulatum*, *Cenolophium denuatum*, *Sanguisorba officinalis* и др. Видовое богатство сообществ составляет в среднем 25 видов на 100 м², проективное покрытие 75–90%. Такие луга схожи с сообществами группы формаций болотно-солончаковых лугов, класса формаций солонцово-солончаковых лугов, описанными Т.А. Вагиной для Барабы и Кулундинской степи [27]. Они распространены преимущественно по низинам, в долинах малых рек, в межгрядных понижениях, на окраинах сырых колков. На градиенте увлажнения анализируемые

сообщества располагаются на 61–62-й ступенях, что соответствует увлажнению сухих и свежих лугов. Они относятся к классу *Festuco-Puccinellietea*, порядку *Scorzonero-Juncetalia gerardii* Vicherek 1973 и союзу *Cirsion esculentii* Golub 1994.

Шестой тип сообществ объединяет сырые луга, диагностирующиеся высокой активностью *Filipendula ulmaria*, *Kadenia dubia*, *Dactylis glomerata*, *Anthriscus sylvestris*, *Angelica sylvestris*. Они развиваются в условиях повышенного увлажнения, обычно по понижениям рельефа, и на этом градиенте занимают крайнее положение, соответствуя уровню влажных лугов. На площади 100 м² встречается 40–45 видов, проективное покрытие обычно достигает 90–100%. Сырые луга, как и четвертый тип, относятся к союзу *Heracleo sibirici-Geranion bifolii*, что подчеркивает их преимущественно вторичный послелесной характер. В доминантной классификации они относятся к группе формаций лесных суходольных лугов.

Таким образом, формализованный анализ геоботанических описаний позволил выявить разнообразие лугов на высоких уровнях иерархии как в доминантной, так и во флористической системе классификации. Следует отметить, что наблюдается четкое соотношение между группами формаций и союзами, что отражает экологически ориентированный характер обеих систем.

Большее половины из диагностически значимых видов (65 из 95) являются дифференцирующими для одного из шести типов сообществ (см. таблицу). В силу своей относительно высокой стенопопности данные виды имеют наибольшее индикационное значение. Остепненные солонцеватые луга (1-й тип) индицируются гемигалофитами *Limonium gmelinii*, *Seseli strictum* и др., которые выносят умеренное засоление почв. Многолетние лугово-степные гипоксерофиты, ксеромезофиты и гемиксерофиты *Stipa pennata*, *Veronica spuria* и др. обычны для остепненных лугов (2-й тип) и луговых степей. На суходольных лугах и залежах (3-й тип) характерно присутствие дву- и многолетних гемиксерофитов и ксеромезофитов *Convolvulus arvensis*, *Berteroa incana* и др., которые диагностируют нарушенные местообитания. Многолетние ксеромезофиты и эумезофиты *Pulmonaria mollis*, *Brachypodium pinnatum* и др. объединились в группу, которая индицирует сухие лесные луга (4-й тип). Такие виды предпочитают опушки мелколиственных лесов и поляны. Солончаковатые разнотравно-злаковые луга (5-й тип) индицируются солевывосливыми мезоксерофитами, эумезофитами и мезогигрофитами *Sonchus arvensis*, *Jacobaea erucifolia* и др., местообитаниями которых являются слабозасоленные нарушенные или вторичные луга. В сырых лугах (6-й тип) встречаются преимущественно многолетние эумезофиты и мезогигрофиты *Filipendula ulmaria*, *Heracleum sibiricum* и др. Они индицируют влажные местообитания и предпочитают плодородные увлажненные почвы.

Еще 16 видов имеют высокое индикационное значение, являясь дифференцирующими для двух типов сообществ из шести. Они приурочены к относительно узким отрезкам градиента увлажнения или богатства-засоления

почв. Так, *Artemisia rupestris*, *Plantago salsa* и др. характеризуют засоленные местообитания, встречаясь как в засушливых условиях, так и при переменном увлажнении. Наиболее многочисленная группа с *Phleum phleoides*, *Artemisia glauca* и др. характеризует сухие местообитания, виды данной группы предпочитают умеренно сухие почвы остепненных и суходольных лугов и не способны переносить их засоление.

Оставшиеся 14 видов менее стенофитны. Например, группа из гемиксерофитных и ксеромезофитных растений *Astragalus danicus*, *Centaurea scabiosa* и др. характеризует умеренно сухие местообитания и дифференцирует остепненные и настоящие суходольные луга. Интерес также представляют виды, отсутствие которых в типах сообществ имеет диагностическое значение. Так, многолетние ксеромезофиты и эумезофиты *Vicia cracca*, *Calamagrostis epigeios*, *Ranunculus polyanthemos* являются типичными представителями луговой растительности, но плохо представлены на солонцеватых остепненных лугах.

Заключение

Луговая растительность лесостепной зоны Приобского плато характеризуется высоким флористическим и фитоценотическим разнообразием. Формализованный анализ геоботанических описаний позволяет выделить крупные типы сообществ, соответствующих группам формаций доминантной и союзам флористической классификации растительности. Многие виды растений, обладающие различной степенью стенофитности по отношению к факторам увлажнения и богатства-засоления почв, имеют индикационное значение для различных отрезков этих градиентов. В силу этого они могут служить основой для выделения или корректировки диагностических групп видов синтаксонов различного ранга в системе флористической классификации. Дифференцирующие виды важны и в качестве детерминантов в системе доминантной классификации. Использование растений, имеющих индикационное значение, подтвержденное формализованным анализом, позволяет установить соотношение между типами сообществ, выделенных в рамках различных систем классификации, а также оценить фитоценотическое разнообразие луговой растительности с единых экологических позиций.

Список источников

1. Огуреева Г.Н. Микляева И.М., Федосов В.Э., Мучник Е.Э., Урбанавичюс Г.П., Хляп Л.А., Кузиков И.В., Липка О.Н. Тоболо-Приобский лесостепной биом // Биоразнообразие биомов России. Равнинные биомы / под ред. Г.Н. Огуреевой. М.: ФГБУ «ИГКЭ», 2020. С. 438–449.
2. Silantyeva M.M., Elesova N.V., Hensen I., Terekhina T.A., Grebennikova A.Y., Ovcharova N.V. Influence of Agricultural Reclamation on Vegetation Cover and Biodiversity in the Forests and Steppes of Kulunda // KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research / eds by M. Frühauf, G. Guggenberger, T. Meinel, I. Theesfeld, S. Lentz. Springer, Cham, 2020. PP. 143–154. doi: 10.1007/978-3-030-15927-6_10

3. Тищенко М.П., Королук А.Ю. Особенности лугов подтаежной подзоны Западно-Сибирской равнины в связи с их предыдущим хозяйственным использованием // Сибирский экологический журнал. 2015. Т. 22, № 3. С. 345–354.
4. Крылов П.Н. Степи западной части Томской губернии. Ботанико-географический обзор // Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. 2: Ботанические исследования / под ред. А.Ф. Флёрова. СПб., 1916. Вып. 1. С. 1–139.
5. Ревердатто В.В. Растительность Сибири // Естественно-исторические условия сельскохозяйственного производства Сибири. Новосибирск, 1931. Ч. 3. 176 с.
6. Куминова А.В. Основные закономерности распределения растительного покрова в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности // Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири / отв. ред. А.В. Куминова. Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1963. Вып. 6. С. 7–34.
7. Куминова А.В., Митрофанова М.П. Суходольные луга Приобья // Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири / отв. ред. А.В. Куминова. Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1963. Вып. 6. С. 285–305.
8. Логутенко Н.В. Низинные луга и травяные болота лесостепной и степной зон Алтайского края и Новосибирской области // Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири / отв. ред. А.В. Куминова. Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1963. Вып. 6. С. 306–333.
9. Королук А.Ю. Синтаксономия растительности юга Западной Сибири. Гигрофильная и галофильная растительность. Новосибирск, 1993. 33 с. (Деп. в ВИНТИ 11.06.93, N 1643-B93).
10. Королук А.Ю. Сообщества класса *Festuco-Brometea* на территории Западно-Сибирской равнины // Растительность России. 2014. № 25. С. 45–70.
11. Лашинский Н.Н., Королук А.Ю., Тищенко М.П., Лашинская Н.В. Синтаксономия и пространственная структура растительности Бурлинского ленточного бора // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2018. № 1 (29). С. 57–81.
12. Тищенко М.П., Королук А.Ю. Синтаксономия луговой растительности Кулундинской и Касмалинской борových лент (Алтайский край) // Растительность России. 2018. № 34. С. 101–119.
13. Тищенко М.П., Королук А.Ю. Синтаксономия остепненных лугов Барнаульской боровой ленты (Алтайский край) // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2019. № 4 (36). С. 18–34.
14. Королук А.Ю., Лысенко Т.М., Голованов Я.М., Синельникова Н.В., Полякова М.А., Чупина И.С., Ямалов С.М. Синтаксономические заметки. 1 // Растительный мир Азиатской России. (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2022. № 15(2). С. 152–165.
15. Лысенко Т.М., Королук А.Ю., Аверинова Е.А., Соколова Т.А., Чупина И.С. Синтаксономические заметки. 2 // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2022. № 15(4). С. 308–322.
16. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова : учеб. пособие. Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
17. Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity // Journal of Vegetation Science. 2009. Vol. 20, № 4. PP. 596–602. doi: 10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x
18. Hill M.O. TWINSpan – a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes. Ithaca, NY., 1979. 48 p.
19. Королук А.Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2006. Вып. 12. С. 3–38.
20. Прокопьев Е.П. Экология растительных сообществ (фитоценология) : учебник. Томск : Том. гос. ун-т, 2003. 456 с.

21. Lashchinskiy N., Korolyuk A., Makunina N., Anenkhonov O., Liu H. Longitudinal changes in species composition of forests and grasslands across the North Asian forest steppe zone // *Folia Geobotanica*. 2017. Vol. 52, № 2. PP. 175–197. doi: 10.1007/s12224-016-9
22. Занин Г.В. Геоморфология Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края / отв. ред. А.П. Розанов, Н.И. Базилевич. М. : Изд-во АН СССР, 1958. Т. 1. С. 62–98.
23. Скрипко В.В. Оценка эколого-геоморфологического состояния Приобского плато на основе бассейнового анализа. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2015. 142 с.
24. Лашинский Н.Н., Лашинская Н.В. Травяные мелколиственные леса овражно-балочных систем Приобского плато (Западная Сибирь) // *Растительность России*. 2012. № 21. С. 78–95.
25. Павлова Г.Г. Сосновые леса в лесостепной и степной зонах Приобья // *Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири* / отв. ред. А.В. Кумина. Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1963. Вып. 6. С. 131–162.
26. Lashchinsky N., Korolyuk A., Wesche K. Vegetation Patterns and Ecological Gradients: From Forest to Dry Steppes // *KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research* / eds by M. Frühauf, G. Guggenberger, T. Meinel, I. Theesfeld, S. Lentz. Springer, Cham, 2020. PP. 33–48. doi: 10.1007/978-3-030-15927-6_4
27. Кумина А.В., Вагина Т.В., Лапшина Е.И. Геоботаническое районирование юго-востока Западно-Сибирской низменности // *Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири* / отв. ред. А.В. Кумина. Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1963. Вып. 6. С. 35–62.
28. Биомы России: Масштаб 1:7 500 000 / Г.Н. Огуреева, Н.Б. Леонова, Е.В. Булдакова [и др.]. М. : Всемирный фонд природы, 2018. 1 с.
29. Вагина Т.А. Засоленные луга Барабы и Кулунды и их генезис // *Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири* / отв. ред. А.В. Кумина. Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1963. Вып. 6. С. 163–182.
30. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий лесостепной и степной зон Сибири по растительному покрову / И.А. Цаценкин, С.И. Дмитриева, Н.В. Беляева, И.В. Савченко. М. : ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1974. 246 с.

References

1. Ogureeva GN, Miklyaeva IM, Fedosov VE, Muchnik EE, Urbanavichyus GP, Khlyap LA, Kuzikov IV, Lipka ON. Tobolo-Priobskiy lesostepnoy biom [Tobolo-Priobsky forest-steppe biome]. In: *Bioraznoobrazie biomov Rossii. Ravninnye biomy* [Biodiversity of biomes. Plain biome]. Ogureeva GN, editor. Moscow: FGBU «IGKE» Publ.; 2020. pp. 438–449. In Russian
2. Silantyeva MM, Elesova NV, Hensen I, Terekhina TA, Grebennikova AY, Ovcharova NV. Influence of Agricultural Reclamation on Vegetation Cover and Biodiversity in the Forests and Steppes of Kulunda. In: *KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research*. Frühauf M, Guggenberger G, Meinel T, Theesfeld I, Lentz S, editors. Springer, Cham; 2020. pp. 143–154. doi: 10.1007/978-3-030-15927-6_10
3. Tishchenko MP, Korolyuk AY. Peculiarities of Meadows in the Subtaiga Subzone of the West Siberian Plain in Connection with their Previous Agricultural Use. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal – Contemporary Problems of Ecology*. 2015; 22(3):345–354. In Russian
4. Krylov PN. Stepi zapadnoy chasti Tomskoy gubernii. Botaniko-geograficheskiy obzor [Steppes of the western part of Tomsk province. Botanical and geographical overview]. In: *Trudy pochvenno-botanicheskikh ehkspeditsij po issledovaniyu kolonizatsionnykh rajonov Aziatskoj Rossii. Part. 2 Botanicheskie issledovaniya* [Proceedings of soil-botanical expeditions to study colonization regions of Asian Russia. Part 2: Botanical studies]. Iss. 1. Flerov AF, editor. Saint-Petersburg; 1916. pp. 1–139. In Russian

5. Reverdatto VV. Rastitel'nost' Sibiri [Vegetation of Siberia]. In: *Estestvenno-istoricheskie usloviya sel'sko-khozyaystvennogo proizvodstva Sibiri* [Natural-historical conditions of agricultural economy in Siberia]. Part. 3. Novosibirsk; 1931. 176 p.
6. Kuminova AV. Osnovnye zakonomernosti raspredeleniya rastitel'nogo pokrova v yugovostochnoy chasti Zapadno-Sibirskoy nizmennosti [The main patterns of vegetation cover distribution in south-eastern part of the West Siberian plain]. In: *Rastitel'nost' stepnoi i lesostepnoi zon Zapadnoi Sibiri* [Vegetation of the steppe and wood steppe zones of Western Siberia]. Kuminova AV, editor. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian branch of the USSR Academy of Sciences; 1963. pp. 7-34. In Russian
7. Kuminova AV, Mitrofanova MP. Sukhodol'nye luga Priob'ya [Dry meadows of the Ob region]. In: *Rastitel'nost' stepnoi i lesostepnoi zon Zapadnoi Sibiri* [Vegetation of the steppe and wood steppe zones of Western Siberia]. Kuminova AV, editor. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian branch of the USSR Academy of Sciences; 1963. pp. 285-305. In Russian
8. Logutenko NV. Nizinnye luga i travyanye bolota lesostepnoy i stepnoy zon Altayskogo kraia i Novosibirskoy oblasti [Lowland meadows and herb mires of forest-steppe and steppe zones of Altai krai and Novosibirsk oblast]. In: *Rastitel'nost' stepnoi i lesostepnoi zon Zapadnoi Sibiri* [Vegetation of the steppe and wood steppe zones of Western Siberia]. Kuminova AV, editor. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian branch of the USSR Academy of Sciences; 1963. pp. 306-333. In Russian
9. Korolyuk AYu. Sintaksonomiya rastitel'nosti yuga Zapadnoy Sibiri. Gigrofil'naya i galofil'naya rastitel'nost' [Syntaxonomy of vegetation of south West Siberia. Hygrophilous and halophilous vegetation]. Novosibirsk; 1993. Deposited in VINITI 11.06.93. No. 1643-B93. In Russian
10. Korolyuk AYu. Plant communities of the Class *Festuco-Brometea* in the West Siberian Plane. *Vegetation of Russia*. 2014;25:45-70. In Russian
11. Lashchinsky NN, Korolyuk AYu, Tishchenko MP, Lashchinskaya NV. Syntaxonomy and Spatial Structure of the Burla Ribbon Pine Forest. *Rastitel'nyy Mir Aziatskoj Rossii – Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2018;1(29):57-81. In Russian
12. Tishchenko MP, Korolyuk AYu. The syntaxonomy of the meadow vegetation of Kulunda and Kasmala strip pine forests (Altai Territory). *Vegetation of Russia*. 2018;34:101-119. In Russian
13. Tishchenko MP, Korolyuk AYu. The syntaxonomy of the xeric meadows of Barnaul pine forest strip (Altai Territory). *Rastitel'nyy Mir Aziatskoj Rossii – Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2019;4(36):18-34. In Russian
14. Korolyuk AYu, Lysenko TM, Golovanov YaM, Sinelnikova NV, Polyakova MA, Chupina IS, Yamalov SM. Syntaxonomical notes. 1. *Rastitel'nyy Mir Aziatskoj Rossii – Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2022;15(2):152-165. In Russian
15. Lysenko TM, Korolyuk AYu, Averinova EA, Sokolova TA, Chupina IS. Syntaxonomical notes. 2. *Rastitel'nyy Mir Aziatskoj Rossii – Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2022;15(4):308-322. In Russian
16. Zverev AA. Informatsionnye tekhnologii v issledovaniyakh rastitel'nogo pokrova: Uchebnoe posobie [Information technologies in studies of vegetation: Text-book]. Tomsk: TML-Press Publ.; 2007. 304 p. In Russian
17. Roleček J, Tichý L, Zelený D, Chytrý M. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*. 2009;20(4):596-602. doi: 10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x
18. Hill MO. TWINSpan – a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes. Ithaca, NY., 1979. 48 p.
19. Korolyuk AY. Ekologicheskiye optimumy rasteniy yuga Sibiri [Ecological optimum of south Siberian plants]. In: *Botanicheskiye issledovaniya Sibiri i Kazakhstana* [Botanical Investigations of Siberia and Kazakhstan]. Vol. 12. Barnaul; Kemerovo: Irbis Publ.; 2006. pp. 3-38. In Russian

20. Prokop'ev EP. Ekologiya rastitel'nykh soobshchestv (fitotsenologiya): uchebnik [Ecology of plant communities (phytocenology): Text-book]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 2003. 456 p. In Russian
21. Lashchinskiy N, Korolyuk A, Makunina N, Anenkhonov O, Liu H. Longitudinal changes in species composition of forests and grasslands across the North Asian forest steppe zone. *Folia Geobotanica*. 2017;52(2). pp. 175-197. doi: 10.1007/s12224-016-9
22. Zanin GV. Geomorfologiya Altayskogo kraya (bez Gorno-Altayskoy AO) [Geomorphology of Altai Region (without Gorno-Altai Autonomous Region)]. In: *Prirodnoe rayonirovanie Altayskogo kraya [Natural zoning of Altai Region]*. Vol. 1. Rozanov AP, Bazilevich NI, editors. Moscow: AS USSR Publ.; 1958. pp. 62-98. In Russian
23. Skripko VV. Otsenka ekologo-geomorfologicheskogo sostoyaniya Priobskogo plato na osnove basseynovogo analiza [Assessment of the ecological and geomorphological state of the Priobskoye plateau based on basin analysis]. Barnaul: Altai State University Publ.; 2015. 142 p. In Russian
24. Lashchinsky NN, Lashchinskaya NV. Small-leaved herbaceous forests in galley and ravine systems of Priobskoe plateau (West Siberia). *Vegetation of Russia*. 2012;21:78-95. In Russian
25. Pavlova GG. Sosnovye lesa v lesostepnoy i stepnoy zonakh Priob'ya [The pine forests at forest-steppe and steppe zones of Priobye]. In: *Rastitel'nost' stepnoi i lesostepnoi zon Zapadnoi Sibiri [Vegetation of the steppe and wood steppe zones of Western Siberia]*. Kuminova AV, editor. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian branch of the USSR Academy of Sciences; 1963. pp. 131-162. In Russian
26. Lashchinsky N, Korolyuk A, Wesche K. Vegetation Patterns and Ecological Gradients: From Forest to Dry Steppes. In: *KULUNDA: Climate Smart Agriculture. Innovations in Landscape Research*. Frühauf M, Guggenberger G, Meinel T, Theesfeld I, Lentz S, editors. Springer, Cham, 2020. pp. 33-48. doi: 10.1007/978-3-030-15927-6_4
27. Kuminova AV, Vagina TV, Lapshina EI. Geobotanicheskoe rayonirovanie yugo-vostoka Zapadno-Sibirskoy nizmennosti [The geobotanical zoning of the south-east part of West Siberian plain]. In: *Rastitel'nost' stepnoi i lesostepnoi zon Zapadnoi Sibiri [Vegetation of the steppe and wood steppe zones of Western Siberia]*. Kuminova AV, editor. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian branch of the USSR Academy of Sciences; 1963. pp. 35-62. In Russian
28. Biomes of Russia: Map scale 1:7 500 000. Ogureeva GN, Leonova NB, Buldakova EV [et al.]. Moscow: WWF Russia Publ., 2018. 1 p. In Russian
29. Vagina TA. Zaslennyye luga Baraby i Kulundy i ikh genezis [Saline meadows of Baraba and Kulunda]. In: *Rastitel'nost' stepnoi i lesostepnoi zon Zapadnoi Sibiri [Vegetation of the steppe and wood steppe zones of Western Siberia]*. Kuminova AV, editor. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian branch of the USSR Academy of Sciences; 1963. pp. 163-182. In Russian
30. Metodicheskiye ukazaniya po ekologicheskoy otsenke kormovykh ugodiy lesostepnoy i stepnoy zon Sibiri po rastitel'nomu pokrovu [Guidelines for the environmental assessment of forage lands in the forest-steppe and steppe zones of Siberia by vegetation]. Moscow: VNII kormov im. VR Vil'yamsa Publ.; 1974. 246 p. In Russian

Информация об авторах:

Чупина Ирина Сергеевна – м.н.с. лаборатории экологии и геоботаники, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (Новосибирск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-056X>

E-mail: irachupina@mail.ru

Королюк Андрей Юрьевич – д-р биол. наук, г.н.с. лаборатории экологии и геоботаники, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (Новосибирск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4646-4698>

E-mail: akorolyuk@rambler.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Irina S. Chupina – Junior Researcher, Laboratory of Ecology and Geobotany, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-056X>

E-mail: irachupina@mail.ru

Andrey Yu. Korolyuk – Dr. Sci. (Biol.), Chief Researcher, Laboratory of Ecology and Geobotany, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4646-4698>

E-mail: akorolyuk@rambler.ru

The Authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 07.07.2022;
одобрена после рецензирования 17.05.2023; принята к публикации 11.12.2023.*

*The article was submitted 07.07.2022;
approved after reviewing 17.05.2023; accepted for publication 11.12.2023.*