

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
(УФИЦ РАН)

Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского
федерального исследовательского центра Российской академии наук
(ЮУБСИ УФИЦ РАН)

На правах рукописи

Петрова Мария Владимировна

**СТЕПНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРЕДУРАЛЬЯ:
СИНТАКСОНИЯ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ**

03.02.01 – ботаника

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

Уфа – 2019

Работа выполнена в Южно-уральском ботаническом саду-институте – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Научный руководитель: **Ямалов Сергей Маратович**
Д.б.н., в.н.с.

Рецензенты: **Абрамова Лариса Михайловна**
Д.б.н., г.н.с. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений Федерального государственного учреждения науки Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Хазиахметов Рашит Мухаметович
Д.б.н., профессор, заведующий кафедрой Экологии и безопасности жизнедеятельности Башкирского государственного университета

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Степной и лесостепной биомы являются одними из наиболее трансформированных в мире. Степные сообщества Предуралья сильно пострадали в результате сельскохозяйственного освоения территорий, распаханность которой достигает 80 %. Степи сохранились преимущественно на склоновых местообитаниях, не пригодных для освоения в пашню. В настоящее время участки нераспаханных степей подвергаются пастбищной нагрузке, лесомелиорации, рекреации и действию других негативных факторов, связанных с хозяйственной деятельностью человека.

Степные экосистемы в Предуралье имеют высокое значение, как экологический каркас агроландшафтов, естественные кормовые угодья и очаги высокого биоразнообразия. Во флористическом составе степных сообществ присутствует большое число видов, нуждающихся в охране и включенных в Красные книги Российской Федерации, Республики Башкортостан и Оренбургской области.

В условиях сильной фрагментации и трансформации степей актуальной задачей является всесторонний анализ разнообразия степной флоры и растительности, результаты которого станут научной основой для организации их охраны, восстановления и рационального использования.

Цель работы – выявить разнообразие степной растительности Предуралья и оценить природоохранную значимость разных типов степных сообществ на региональном уровне.

Для достижения цели работы были поставлены следующие **задачи**:

- 1) Провести геоботаническое обследование и выявить разнообразие сохранившихся степных сообществ Предуралья на территории Республики Башкортостан и Оренбургской области, создать базу данных геоботанических описаний.
- 2) Представить выявленное разнообразие в системе единиц эколого-флористической классификацией степей Евразии. Выявить особенности флористической и экологической дифференциации синтаксонов разных рангов.
- 3) Выявить редкий компонент ценофлоры степей разных синтаксонов.
- 4) Представить выявленное разнообразие в системе местообитаний EUNIS, выявить наиболее редкие типы местообитаний степных сообществ.
- 5) Определить природоохранную значимость и выявить наиболее ценные для охраны типы сообществ.

Научная новизна

Разработана синтаксономия степной растительности Предуралья. В ее составе: 1 класс, 3 порядка, 4 союза, 18 ассоциаций, 6 субассоциаций, 2 сообщества и 3 варианта, из которых 9 ассоциаций, 1 сообщество, 6 субассоциаций и 1 вариант – новые для науки о растительности. Выявлены особенности флористической и экологической дифференциации синтаксонов разных рангов и закономерности их пространственной организации.

Впервые проведена оценка положения степей Предуралья в системе классификации местообитаний EUNIS и определена природоохранная значимость степных сообществ разных синтаксонов Предуралья.

Научно-практическое значение

Результаты исследования биоразнообразия степных сообществ расширяют и дополняют сведения о степных экосистемах Предуралья.

Результаты оценки природоохранной значимости степных сообществ станут основой разделов «Зеленой книги Республики Башкортостан» для развития и совершенствования системы ООПТ региона.

Результаты могут быть использованы в учебном процессе профильных ВУЗов при чтении таких курсов, как фитоценология, современные проблемы экологии, система

охраны природы, современная экология и глобальные экологические проблемы, экология растений, животных и микроорганизмов, экология и устойчивое развитие и др.

Апробация работы

Материалы исследований были представлены на конференциях: Международная научная конференция «Актуальные проблемы экологии волжского бассейна» (Тольятти, 11-12 марта 2015 г.), VI Всероссийская конференция с международным участием «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (Йошкар-ола, 2015), III (XI) Международная ботаническая конференция молодых ученых в Санкт-Петербурге (4 – 9 октября 2015 года), 19-я Международная Пущинская школа-конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века» (Пушино, 20-24 апреля 2015 г.), Международная научная конференция «Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия» (Ростов-на-Дону, 2015), VII Всероссийская научно-практическая конференция «Устойчивое развитие территорий: теория и практика» (Сибай, 15-16 мая 2015 г.), I Международная научная конференция молодых учёных «Современные проблемы экспериментальной ботаники» (г. Минск, 27–29 сентября 2017 г.), III Международная заочная научно-практическая конференция аспирантов, магистрантов и студентов «Техника и технологии: актуальные вопросы, достижения и тенденции развития» (г. Стерлитамак, г. Актобе, 28 марта 2017 г.), XIII Международная ландшафтная конференция «Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов» (Воронеж, 14–17 мая, 2018 г.), Международная научно-практическая конференция «Заповедное дело: достижения, проблемы и перспективы» (г. Оренбург, 13-15 мая 2019 г.), VII международный симпозиум «Степи Северной Евразии» (г. Оренбург, 2015), VIII международный симпозиум «Степи Северной Евразии» (г. Оренбург, 9-13 сентября 2018)

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 статей и 17 тезисов в материалах конференций. В том числе 6 статей были опубликованы в журналах из списка ВАК РФ (Современные проблемы науки и образования, Известия Уфимского научного центра РАН, Вестник ОГУ, Известия высших учебных заведений, Вестник Пермского университета).

Декларация личного участия

Автором самостоятельно выполнены: 215 геоботанических описаний, обработка и анализ геоботанических собранных данных и взятых из фитоценотеки травяной растительности Южного Урала (GIVD id 00–RU-006) (Yamalov et al., 2012). Полевые исследования проводились в составе совместных экспедиционных групп ЮУБСИ УФИЦ РАН и ЦСБС СО РАН. Анализ, интерпретация результатов и оформление полученных данных осуществлялось по плану, согласованному с научным руководителем.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы (наименований, из них иностранных) и приложений. Основной текст изложен на страницах. Работа содержит таблиц и рисунков.

Глава 1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДУРАЛЬЯ

В главе приводится история изучения степной растительности Предуралья. На основании основных направлений изучения, целей, задач, методов и результатов, в истории исследования можно выделить шесть этапов.

Первый этап. Период академических экспедиций (с начала XVIII в. до первой половины XIX в.). Всестороннее целенаправленное естественноисторическое изучение степей с целью сельскохозяйственного освоения степной зоны (Лепехин, 1772; Путенихин, 2016; Рычков П. И., 1759, 1762, 1887; Чибилев, Грошева, 2004). **Второй этап.**

С первой половины XIX в. по 1860-е годы. Первые попытки выявления закономерностей распространения растительности в зависимости от рельефа, климата и почв (Lessing, 1835; Борщов, 1865; Эверсманн, 1840; Матвиевская, 2000, 2006). **Третий этап.** С 1860-х гг. по 1917 г. Приоритетным направлением становится изучение флоры, районирования степной растительности и разработка мер рационального природопользования (Александрова, 1969; Korshinsky, 1894, 1898; Гордягин, 1888, 1900; Федченко, 1893, 1894; Флеров, 1902). **Четвертый этап.** С 1917 г. по 1960-е годы. Проводится систематизация и обобщение накопленных геоботанических и почвенных данных для выявления естественно-исторических районов и областей (Родрега, 1923; Бобров, 1928; Крашенинников, 1941; Кучеровская, 1926; Лавренко, 1940; Неуструев, 1918; Новопокровский, 1925, 1931). **Пятый этап.** С 1960-х по 1980-е годы. Предыдущие подходы к классификации растительности трансформировались в доминантный (эколого-физиономический) подход (Горчаковский 1953, 1954, 1962, 1963, 1966, 1969; Жудова, 1961, 1966; Миркин, 1968а, б; Соболев, 1961; Сочава, 1961). **Шестой этап.** С 1980-х годов по настоящее время. На современном этапе, изучение степей происходит как с позиции эколого-физиономической классификации (Рябинина, 2003; Калмыкова, 2008 а,б,в; 2009 а,б; 2012 а,б; 2014; Чибилёв, 2015; Проект организации..., 1991), так и с позиции эколого-флористической классификации (Schubert, 1981; Баянов, 2009; Жирнова, Ямалов, 2007; Лысенко, 2003, 2014; Карпов, Юрицина, 2006; Миркин, Наумова, 2012; Миркин и др., 2007; Yamalov et al., 2009, Yamalov, Bayanov, 2009; Соломещ, 1998; Ямалов и др., 2010, 2011, 2014, 2018, 2019). Особое внимание уделяется развитию системы охраны степной растительности Южного Урала (Чибилев, 1980, 2009, 2014; Рогова, Скворцов, 2014; Петрова, Ямалов, 2015).

Глава 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория района исследования расположена в пределах двух административных единиц Российской Федерации – Республики Башкортостан (РБ) и Оренбургской области (ОО). В главе приводится характеристика географического положения, геологического строения, рельефа, климатических условий, гидрографии, почв, растительности (Атлас РБ, 2005; Атлас..., 1993; Башкортостан, 1996; Варламов, 1961; Золотокрылин, 2018; Климентьев, 1996; Реестр..., 2010; Физико-географическое..., 1964; Чибилев, 1995; Ямалов и др., 2012). Приведены различные варианты классификации степей Предуралья (Жудова, 1966; Лавренко, 1991; Реестр..., 2010; Чибилёв, 2017)

Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу работы положено 647 геоботанических описаний растительных сообществ степной и лесостепной зоны Предуралья, из которых 215 выполнены автором в полевые сезоны 2014-2018 гг. и 432 описания взяты из фитоценотеки травяной растительности Южного Урала (GIVD id 00–RU-006) (Yamalov et al., 2012). Геоботанические описания проводили с помощью стандартной методики типического отбора (Braun-Blanquet, 1964; Миркин и др., 1998, 2000, 2009). Хранение и первичную обработку осуществляли с помощью пакета программ TURBOVEG, используя метод количественной классификации, реализованный в пакете TWINSPAN (Hennekens, Schaminée, 2001; Hill, 1979). Обработку фитоценологических таблиц проводили с помощью программы JUICE (Tichý, 2002). Установление новых единиц и их названий проводили в соответствии с "Кодексом фитосоциологической номенклатуры" (Weber et al. 2000). Экологический анализ закономерностей распределения травяной растительности на уровне порядков проводили методом непрямой ординации Detrended correspondence analysis (DCA - ординация), реализованный в пакете программ CANOCO 4.5 (ter Braak, Šmilauer, 2002). Для получения данных по экологическим характеристикам местообитаний проведен подсчет статусов увлаженности и богатства-засоления почв по оптимумам растений с использованием экологических шкал (Раменский и др., 1956) в программном пакете IBIS 7.2 (Зверев, 2007). Также использованы значения

биоклиматических параметров по данным всемирной базы данных Worldclim (Hijmans et al, 2005). Картографические материалы подготовлены с использованием пакета программ Q-gis (<http://www.qgis.org>).

Природоохранную значимость растительных сообществ определяли по системе критериев, которая была предложена уфимскими геоботаниками (Мартыненко и др., 2015). Определение положения степей Предуралья в системе классификации местообитаний EUNIS выполнены согласно инструкциями Европейского агентства охраны природы (Davies et al, 2004, EUNIS revision, 2017) с применением методов полуавтоматической классификации и машинного обучения (экспертной системы) (Tichý et al., 2019).

Глава 4. СИНТАКСОНОМИЯ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДУРАЛЬЯ

Продромус степной растительности Предуралья (до уровня ассоциаций)

Класс *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947

Порядок *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianae* Lysenko et Mucina in Mucina et al. 2016

Союз *Tanaceto achilleifolii-Stipion lessingianae* Royer ex Lysenko et Mucina in Mucina et al. 2016

Acc. *Atraphaxo replicatae-Artemisetum lessingianae* ass. nov. prov. (1)

Acc. *Galatello tataricae-Tanacetum achilleifoliae* ass. nov. prov. (2)

Acc. *Astragalo tenuifolii-Artemisetum lerceanae* ass. nov. prov. (3)

Acc. *Hedysaro razoumovianae-Stipetum lessingianae* ass. nov. prov. (4)

Acc. *Astragalo macropi-Festucetum valesiacaе* ass. nov. prov. (6)

Сооб. *Artemisia lerchiana-Krascheninnikovia ceratoides* (5)

Порядок *Helictotricho-Stipetalia* Toman 1969

Союз *Helictotricho desertorum-Orostachyion spinosae* Korolyuk 2017

Acc. *Trinio muricatae-Centauretum sibiricae* Yamalov et al. 2011 (7)

Acc. *Hedysaro grandiflori-Stipetum pulcherrimae* ass. nov. prov (8)

Acc. *Salvio nutans-Stipetum korschinskii* Martynenko et al. 2018 (9)

Союз *Helictotricho desertori-Stipion rubentis* Toman 1969

Acc. *Astragalo macropi-Salvietum tesquicolaе* ass. nov. prov. (10)

Acc. *Amorio montanae-Stipetum zaleskii* Yamalov prov. (12)

Acc. *Galio veri-Stipetum tirsae* Yamalov et al. 2012 (13)

Acc. *Inulo asperae-Pulsatilletum patensae* ass. nov. prov (14)

Acc. *Astragalo austriacaе-Stipetum pulcherrimae* Martynenko et al. 2018 (15)

Сооб. *Viola hirta-Stipa zaleskii* (11)

Порядок *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974

Союз *Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač & Klika in Kilka & Hadač 1944

Acc. *Leucanthemo vulgaris-Stipetum pennatae* Bayanov in Yamalov et al. 2012 (18)

Acc. *Poo angustifoliae-Stipetum pennatae* Yamalov et al. 2012 (19)

Acc. *Fritillario ruthenicae-Festucetum valesiacaе* ass. nov. prov. (20)

Подсоюз ?

Acc. *Stipo pennatae-Centauretum sibiricae* Bayanov in Yamalov et al. 2012 (16)

Acc. *Minuartio krascheninnikovii-Festucetum pseudovinum* Yamalov et al. 2011 (17)

На основе проведенных исследований была разработана синтаксономия степной растительности Предуралья. В ее составе: 1 класс, 3 порядка, 4 союза, 18 ассоциаций, 6 субассоциаций, 2 сообщества и 3 варианта, из которых 9 ассоциаций, 6 субассоциаций и 1 вариант – новые. Положение этих синтаксонов в системе единиц эколого-флористической классификации растительности Республики Башкортостан показаны в продромусе.

В главе дана подробная характеристика всех установленных единиц с приведением синоптических и характеризующих таблиц. Обсуждаются особенности флористической и экологической дифференциации синтаксонов разных рангов.

Флористическая и экологическая дифференциация порядков класса *Festuco-Brometea* в Предуралье.

В результате синтаксономического анализа все изученные степные сообщества Предуралья было отнесены к классу евроазиатских степей *Festuco-Brometea*. В пределах класса сообщества разделены на 3 порядка: *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе*, *Helictotricho-Stipetalia* и *Brachypodietalia pinnati*. Флористическая дифференциация порядков, видовое богатство и видовая насыщенность показана в табл. 1.

Таблица 1

Флористическая дифференциация порядков класса *Festuco-Brometea* в Предуралье (сокращенный вариант)

Порядковый номер	Число встреч	1	2	3
Число описаний		207	377	63
Число видов		356	520	307
Среднее число видов на площадке		25	43	49
Д.в. порядка <i>Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе</i>				
<i>Stipa lessingiana</i>	259	IV	II	.
<i>Artemisia lerchiana</i>	172	IV	I	.
<i>Poa crispera</i>	166	IV	I	.
<i>Tanacetum achilleifolium</i>	149	IV	I	.
<i>Kochia prostrata</i>	161	III	I	.
<i>Agropyron desertorum</i>	109	III	I	.
<i>Alyssum turkestanicum</i>	95	III	I	.
<i>Ferula caspica</i>	87	III	.	.
<i>Tulipa scythica</i>	109	III	I	.
Д. в. порядка <i>Helictotricho-Stipetalia</i>				
<i>Artemisia austriaca</i>	261	III	III	I
<i>Salvia stepposa</i>	243	I	III	IV
<i>Helictotrichon desertorum</i>	246	.	III	IV
<i>Potentilla humifusa</i>	178	I	II	IV
<i>Euphorbia caesia</i>	190	I	II	III
<i>Carex supina</i>	178	I	II	II
<i>Stipa zaleskii</i>	137	I	II	.
Д.в. порядка <i>Brachypodietalia pinnati</i> и класса <i>Festuco-Brometea</i>				
<i>Festuca valesiaca</i>	515	IV	IV	V
<i>Stipa capillata</i>	406	III	IV	III
<i>Gypsophila altissima</i>	272	I	IV	III
<i>Koeleria cristata</i>	263	II	III	II
<i>Stipa pennata</i>	238	I	III	V
<i>Veronica spicata</i>	215	I	III	V
<i>Galium verum</i>	269	I	III	IV
Д.в. союза <i>Helictotricho desertorum-Orostachyion spinosae</i>				
<i>Echinops ruthenicus</i>	296	I	IV	III
<i>Galium octonarium</i>	259	I	III	II
<i>Onosma simplicissima</i>	230	I	III	III

<i>Carex pediformis</i>	226	I	III	III
<i>Eremogone koriniana</i>	188	II	II	I
<i>Alyssum tortuosum</i>	167	II	II	I
<i>Ephedra distachya</i>	152	II	II	.
Д.в. класса Molinio-Arrhenatheretea				
<i>Elytrigia repens</i>	232	I	III	III
<i>Bromopsis inermis</i>	111	I	II	I
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	48	I	I	II
<i>Plantago media</i>	27	I	I	II
<i>Achillea millefolium</i>	67	.	I	II
Д.в. класса Trifolio-Geranietea				
<i>Origanum vulgare</i>	37	.	I	III
<i>Knautia arvensis</i>	70	.	I	II
<i>Agrimonia asiatica</i>	59	.	I	II
<i>Veronica teucrium</i>	22	.	I	II
Прочие виды				
<i>Galatella villosa</i>	282	III	III	.
<i>Scorzonera stricta</i>	235	II	III	I
<i>Potentilla glaucescens</i>	230	I	III	III
<i>Astragalus austriacus</i>	167	I	II	III

Примечание. 1 – порядок *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе*, 2 – порядок *Helictotricho-Stipetalia*, 3 – порядок *Brachypodietalia pinnati*.

Порядок *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе* (диагностические виды: *Agropyron desertorum*, *Allium tulipifolium*, *Alyssum turkestanicum*, *Androsace maxima*, *Artemisia lerchiana*, *Astragalus sareptanus*, *Camphorosma monspeliaca*, *Ferula caspica*, *Jurinea multiflora*, *Kochia prostrata*, *Meniocus linifolius*, *Poa crispa*, *Stipa lessingiana*, *S.sareptana*, *Tanacetum achilleifolium*, *Tulipa scythica*) объединил сообщества сухих дерновиннозлаковых степей, распространенных в степной зоне на южных черноземах, а также в условиях слабого засоления почвы. В ОО они занимают плакорные местообитания. Севернее, в пределах лесостепной зоны РБ, они встречаются только на склонах южных экспозиций на выходах солонцеватых пород (рис.1).

Флористический состав растительных сообществ порядка *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе* отличаются низкой видовой насыщенностью (25 видов на 100 м²), большей представленностью однолетников в ценофлоре (*Ceratocephala testiculata*, *Eremopyrum orientale*, *Polygonum patulum*, *Lepidium perfoliatum* и др.) и высокой активностью видов галофитных сообществ (*Camphorosma monspeliaca*, *Artemisia lerchiana*, *Lepidium perfoliatum* и др.), с которыми они контактируют на пространственном и экологическом градиенте. Диагностическая группа видов класса **Festuco-Brometea** ослаблена, с высокой константностью встречены только *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Koeleria cristata*, *Galium verum* и др. От сообществ других порядков отличаются также отсутствием или низкой константностью видов каменистых местообитаний (*Echinops ruthenicus*, *Galium octonarium*, *Onosma simplicissima*, *Carex pediformis*, *Eremogone koriniana*, *Alyssum tortuosum*, *Ephedra distachya* и др.).

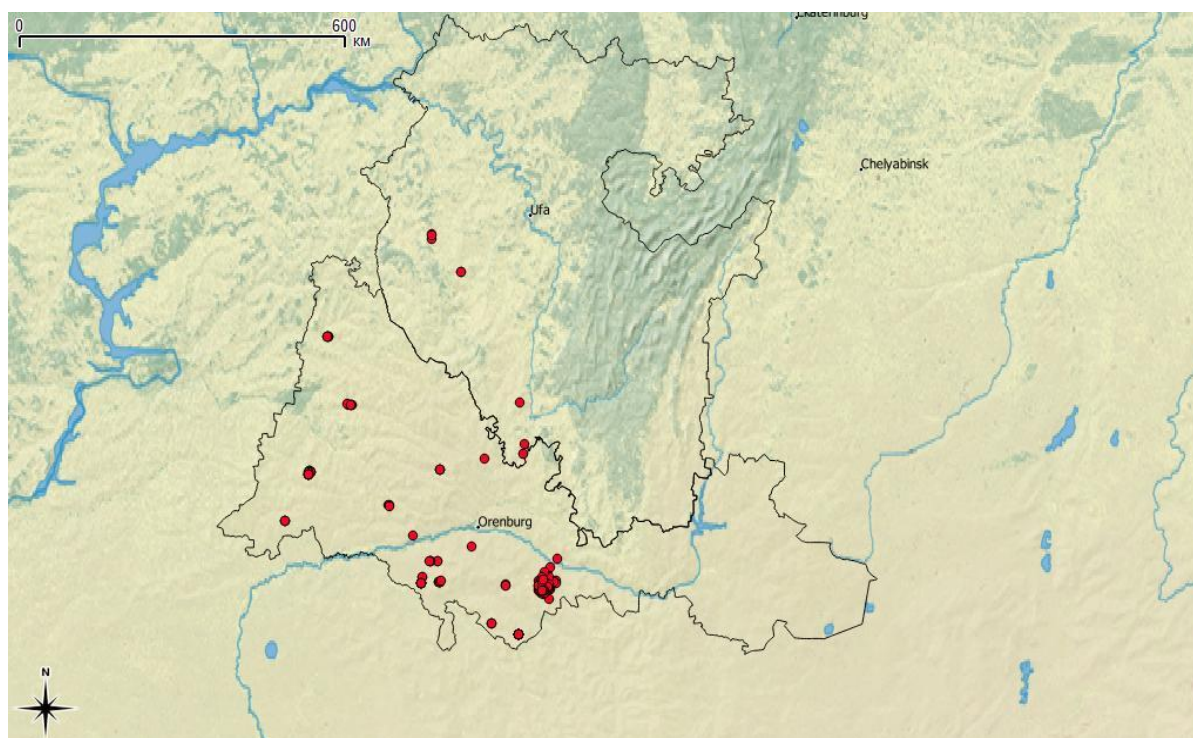


Рис. 1. Распространение сообществ порядка *Tanacetum achilleifolii-Stipetalia lessingianae* в Предуралье

Порядок *Helictotricho-Stipetalia* (диагностические виды: *Achillea nobilis*, *Adonis wolgensis*, *Artemisia austriaca*, *Carex supina*, *Euphorbia caesia*, *Galatella angustissima*, *Helictotrichon desertorum*, *Hieracium echioides*, *H. viosum*, *Potentilla humifusa*, *Poa transbaicalica*, *Salvia stepposa*, *Seseli ledebourii*, *Stipa zalesskii*, *Scorzonera austriaca*, *Spiraea crenata*, *Verbascum phoenicium*, *Veronica incana*) объединил заволжско-казахстанские настоящие разнотравно-дерновиннозлаковые степи на обыкновенных, типичных и выщелоченных черноземах, распространенные на территории Южного Урала, Западной Сибири, Северного Казахстана и Западного Алтая. В Предуралье они находятся на западной границе своего распространения. Встречаются сообщества преимущественно в пределах южной лесостепи на выровненных, хорошо дренированных местообитаниях и пологих склонах южных экспозиций. Севернее в пределах Месягутовкой лесостепи сообщества порядка занимают каменистые местообитания южных склонов. Южнее, в степной зоне Предуралья, сообщества порядка встречаются редко на экстразональных местообитаниях, занимают пониженные элементы, а также склоны северной экспозиции возвышенностей (рис.2).

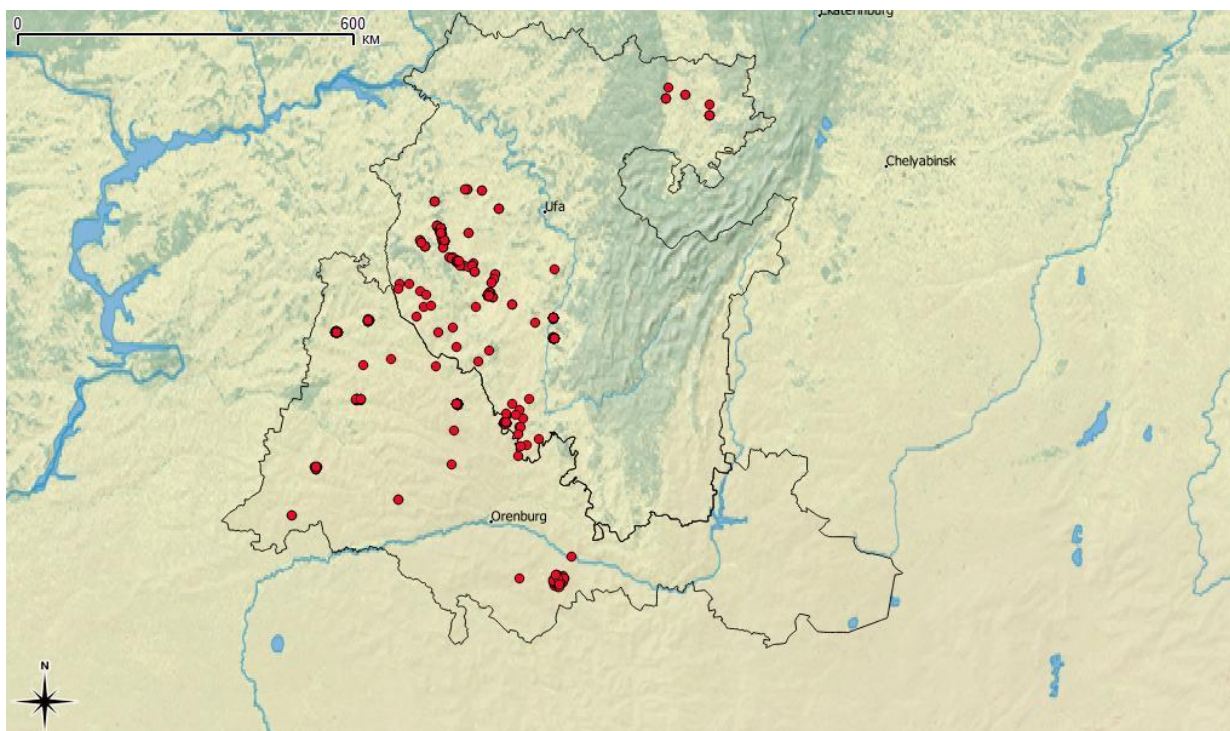


Рис. 2. Распространение сообществ порядка *Helictotricho-Stipetalia* в Предуралье

Флористический состав растительных сообществ отличается присутствием в своем составе групп видов настоящих степей, являющимися диагностическими для порядка *Helictotricho-Stipetalia* и видов луговых степей порядка *Brachypodietalia pinnati* (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Gypsophila altissima*, *Koeleria cristata*, *Stipa pennata*, *Veronica spicata*, *Galium verum* и др.). От сообществ порядка *Tanacetum achilleifolium-Stipetalia lessingiana* отличаются меньшей представленностью его диагностических видов, большей видовой насыщенностью, снижением роли однолетников в ценофлоре и увеличением активности петрофитов (*Carex pediformis*, *Echinops ruthenicus*, *Galium octonarium*, *Eremogone koriniana* и др.). От сообществ порядка *Brachypodietalia pinnati* отличаются отсутствием или меньшим постоянством лугово-опушечных видов классов *Molinio-Arrhenatheretea* и *Trifolio-Geranietea*.

Порядок *Brachypodietalia pinnati* (диагностические виды: *Adonis vernalis*, *Campanula sibirica*, *Caragana frutex*, *Filipendula vulgaris*, *Fragaria viridis*, *Galium verum*, *Gypsophila altissima*, *Inula hirta*, *Thalictrum minus*, *Veronica spicata*) объединил наиболее мезофитные сообщества степей Предуралья. Он представляет богаторазнотравные луговые степи лесостепной зоны, приуроченные к северным склонам, вершинам небольших гор и выровненным элементам рельефа. Основное распространение степей порядка в Предуралье в пределах северной лесостепи (Месягутовская лесостепь) (Рис.3).

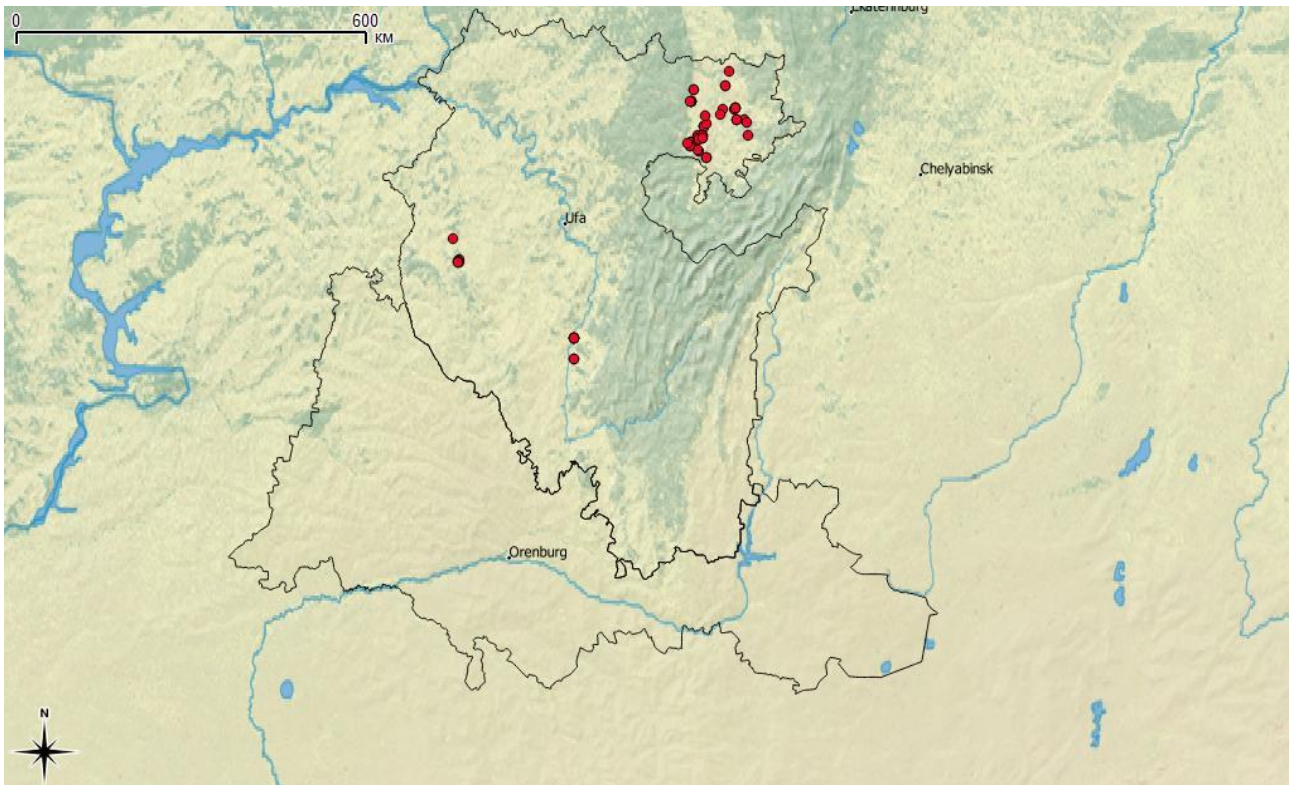


Рис. 3. Распространение сообществ порядка *Brachypodietalia pinnati* в Предуралье.

Флористическое ядро растительных сообществ порядка *Brachypodietalia pinnati* составляют луговостепные виды, вошедшие в его диагностическую группу. От сообществ других порядков отличается более высокой видовой насыщенностью (49 видов на 100м²), присутствием или более высоким постоянством лугово-опушечных видов (*Achillea millefolium*, *Ranunculus polyanthemus*, *Vicia cracca* и др.).

Ординационный анализ степной растительности

Особенности экологических условий местообитаний сообществ разных синтаксонов хорошо иллюстрируют результаты DCA – ординации. Сообщества выделенных синтаксонов закономерно распределились в пространстве главных осей ординации (рис 4).

Первая ось интерпретирована как комплексный градиент эдафо-климатических факторов, соответствующий смене растительности на зональном градиенте. Выявлены высокие значения коэффициента корреляции с осью для следующих экологических переменных: среднегодовой температуры ($r = -0.57$), статуса сообществ по шкале богатства-засоления почвы ($r = -0.34$) и среднегодовым количеством осадков ($r = 0.29$). Вдоль оси слева направо происходит последовательная смена сообществ порядков *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе*, *Helictotricho-Stipetalia* и *Brachypodietalia pinnati*, что соответствует их смене на широтном градиенте с юга на север.

Вторая ось связана с каменистостью субстрата, экспозицией и крутизной склона. В верхней части диаграммы расположились богатовидовые степи на развитых почвах (ассоциации *Astragalo macropi-Festucetum valesiacaе*, *Astragalo macropi-Salvietum tesquicolaе*, *Amorio montanaе-Stipetum zaleskii*, *Galio veri-Stipetum tirsae* и др.), как правило, занимающие выровненные местообитания, либо понижения рельефа и нижние части склонов. В нижней части диаграммы расположились флористически бедные сообщества на каменистых субстратах (ассоциации *Hedysaro razoumovianaе-Stipetum lessingianaе*, *Trinio muricataе-Centauretum sibiricaе*, *Hedysaro grandiflora-Stipetum pulcherrimaе*, *Minuartio krascheninnikovii-Festucetum pseudovinum* и др.), приуроченные к склонам различных экспозиций. Коэффициенты корреляции с осью для факторов

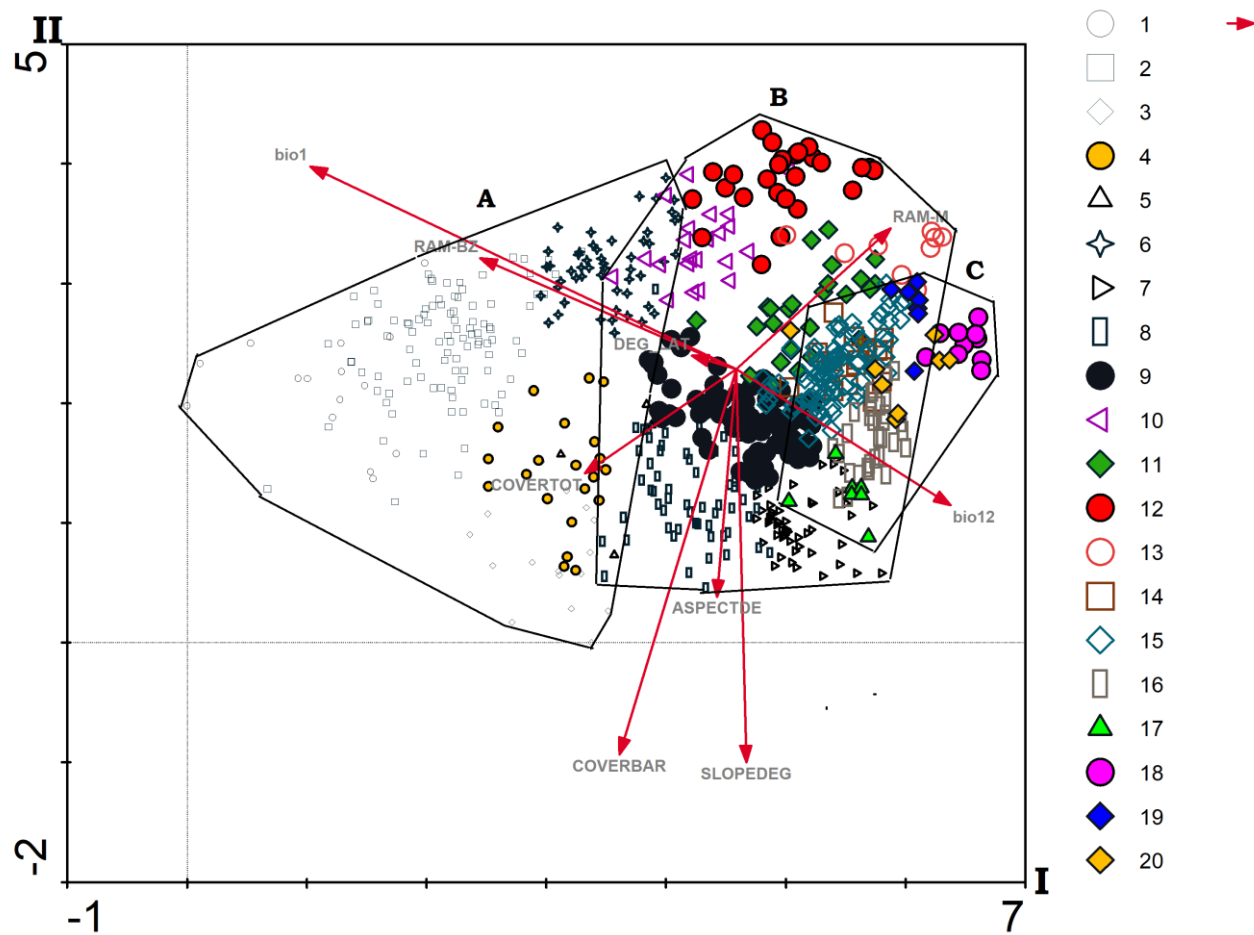


Рис. 4. DCA – ординация степей Предуралья.

Примечание: I, II – номера осей, нагрузка на оси: I – 66.5 %, II – 40.3 %; Порядки: А – *Tanacetum achilleifolii-Stipetalia lessingianaе*; В – *Helictotricho-Stipetalia*; С – *Brachypodietalia pinnati*; 1–20 – номера синтаксонов в соответствии с продромусом. Экологические переменные: bio 1 – среднегодовая температура; bio 12 – среднегодовое количество осадков; RAM-BZ – богатство-засоление почвы; RAM-M – увлажнение местообитания; DEG_LAT – географическая широта; COVERTOT – общее проективное покрытие; COVERBAR – каменистость субстрата; ASPECTDE – экспозиция склона; SLOPEDEG – крутизна склона

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННОЙ ЗНАЧИМОСТИ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ПРЕДУРАЛЬЯ

Редкий компонент ценофлоры

В составе растительных сообществ степей Предуралья выявлено 80 редких и нуждающихся в охране видов. Характеристика редких видов и их распределение по ассоциациям показано в табл.2.

Ценофлора 16 ассоциаций содержит в своем составе по 20 и более редких видов. Наибольшее число редких видов (от 49 до 61) было отмечено в растительных сообществах ассоциаций *Hedysaro grandiflori-Stipetum pulcherrimae*, *Salvio nutans-Stipetum korschinskii*, *Inulo asperae-Pulsatilletum patensae* и *Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae*.

Из группы редких и нуждающихся в охране – 19 видов включены в Красную книгу Российской Федерации (КК РФ): *Artemisia salsoloides*, *Astragalus helmii*, *A. zingeri*, *Fritillaria ruthenica*, *Globularia punctata*, *Hedysarum grandiflorum*, *H. razoumovianum*, *Iris pumila*, *I. scariosa*, *Koeleria sclerophylla*, *Matthiola fragrans*, *Medicago cancellata*, *Minuartia krascheninnikovii*, *Oxytropis hippolyti*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zalesskii*, *Thymus cimicinus*. Все эти виды имеют 3 категорию охраны, как редкие таксоны с естественной малой численностью, встречающиеся на ограниченной территории, для

выживания которых необходимо принятие специальных мер охраны (за исключением *Iris scariosa* имеющий 2 категорию редкости как вид, сокращающиеся в численности).

На территории РБ было выявлено 19 редких видов, занесенных в Красную книгу Республики Башкортостан (КК РБ). Большинство видов имеют 3 категорию охраны, – *Cephalaria uralensis*, *Elytrigia intermedia*, *Linaria debilis*, *Phlox sibirica*, *Stipa korshinskyi*, *S. lessingiana*, *S. sareptana*, *Thymelaea passerina*, *Tulipa scythica* и др. В окрестностях озера Аслы-куль был обнаружен вид *Artemisia bargusinensis*, имеющий 1 категорию охраны, как вид находящийся под угрозой исчезновения, так как численность особей в популяции уменьшилась до критического уровня.

Таблица 2

Структура и фитоценотическая приуроченность редкого компонента ценофлоры степей Предуралья

Ассоциации	Общее число видов	КК РФ, 2008	КК РБ, 2011	ПП ОО, 2018	Реликты	Эндемики	% от числа видов ценофлоры	Общее число редких видов
A.a.-S.p.	307	13	11	-	26	11	19,9	61
S.n.-S.k.	266	12	11	8	22	10	22,6	60
H.g.-S.p.	203	13	9	8	17	10	36,4	55
I.a.-P.p.	188	10	5	6	19	9	26,0	49
V.h.-S.z.	223	9	-	9	20	7	20,2	45
S.p.-C.s.	180	3	3	-	24	7	20,6	37
T.m.-C.s.	151	7	3	-	19	8	24,5	37
G.t.-T.a.	227	9	-	10	7	2	12,8	29
G.v.-S.t.	183	4	-	2	20	2	15,3	28
H.r.-S.l.	122	10	4	6	4	4	22,95	28
L.v.-S.p.	177	3	-	-	23	2	15,8	28
P.a.-S.p.	147	3	2	-	17	5	18,3	27
A.m.-S.z.	221	6	-	3	16	1	11,7	26
F.r.-F.v.	125	3	-	-	18	5	20,8	26
A.m.-F.v.	214	6	-	5	11	1	10,7	23
M.k.-F.p.	52	4	1	-	10	5	38,4	20
A.m.-S.t.	184	5	-	-	10	1	8,7	16
A.t.-A.l.	80	7	2	4	2	1	17,5	14
A.r.-A.l.	77	3	-	6	1	-	11,7	9
A.l.-K.c.	32	-	2	-	1	1	12,5	4

На территории ОО было выявлено 32 редких вида, включенных в Постановление Правительства Оренбургской области от 03.09.2018 (ПП ОО). Большая часть из них имеет 3 статус охраны, как редкие виды с широким ареалом, в пределах которого встречаются спорадически. Это такие виды как, *Alyssum lenense*, *Asperula petraea*, *Hedysarum argyrophyllum*, *H. gmelinii*, *Helictotrichon schellianum*, *Orostachys thyrsiflora*, *Plantago krascheninnikovii*, *Silene baschkirorum* и др. Кроме того, выявлены виды с 2 статусом охраны – *Adonis vernalis*, *Aster alpinus*, *Astragalus physocarpus*, *Gentiana cruciata*, *Linum uralense*, *Onosma tinctoria*, *Pulsatilla patens*, *Scorzonera tuberosa*, *Tulipa biflora*. На

территории Государственного природного заповедника «Оренбургский» был обнаружен вид I категории охраны, находящийся под угрозой исчезновения – *Glycyrrhiza korshinskyi*.

В ценофлоре редкого компонента присутствует также большая группа реликтов (плиоценовые, плейстоценовые и голоценовые) и горностепных и скальных эндемиков (табл. 2).

В ходе исследований выявлены новые местообитания редких видов – *Allium inderiense*, *Anabasis cretacea*, *Anabasis salsa*, *Astragalus physocarpus*, *Astragalus subarcuatus*, *Astragalus vulpinus*, *Gypsophila rupestris*, *Hedysarum grandiflorum*, *Matthiola fragrans*, *Medicago cancellata*, *Nanophyton erinaceum*, *Plantago krascheninnikovii*, *Rindera tetraspis*, *Tulipa biflora*, *Zygophyllum pinnatum*.

Положение степей Предуралья в Европейской системе классификации местообитаний EUNIS

Природоохранный потенциал степных экосистем Предуралья невозможно реализовать только на региональном уровне без интеграции в системы надрегионального, общероссийского и общеевропейского уровней. В связи с этим возрастает актуальность применения методических принципов международной природоохранной деятельности.

В последние годы наибольшее развитие получил проект «Emerald Network» (Изумрудная сеть) – экологическая сеть, состоящая из «территорий особого природоохранного значения» (ТОПЗ). Это система целостных взаимосвязанных природных территорий, в отношении которых осуществляется управление, мониторинг и отчетность. Поскольку сеть формируется в рамках Конвенция о сохранении европейской дикой природы и естественной среды обитания (1979), более известной как «Бернская конвенция», задача состоит в том, чтобы обеспечить долгосрочное сохранение видов и местообитаний, охватываемых данным соглашением и нуждающихся в специальных мерах территориальной охраны.

Основным инструментарием, применяемым для характеристики разнообразия экосистем региона, является система классификации местообитаний EUNIS, построенная по иерархическому принципу. Выделение типов наземных местообитаний в классификации EUNIS часто основано на фитосоциологических типах растительности, в том виде, в котором они определены в EuroVegChecklist (Mucina et al. 2016). Однако, поскольку фитосоциологическая классификация основана главным образом на видовом составе и структуре растительности, EUNIS также использует в качестве критериев классификации абиотические особенности экотопов и географическое положение. Это отчасти объясняется тем, что типы EUNIS определены для характеристики требований к среде обитания не только растений, но и животных и других организмов, отчасти тем, что типы среды обитания, используемые в природоохранной практике, должны быть легко узнаваемы для практиков.

Применение системы EUNIS имеет важное значение в интеграции данных о фитоценотическом разнообразии степной растительности Предуралья в практику природоохранной деятельности, и развития ее до уровня европейских стандартов.

В рамках нашего исследования впервые выявлено положение степных экосистем Предуралья в системе EUNIS с применением методов машинного обучения, реализованного в пакете Juice в виде модуля анализа «Expert system». В основу экспертной системы положены группы видов, выявленные в результате обработки массивов данных формата Big data (более 650000 геоботанических описаний) (Chytry et al. in press).

В результате анализа 95 % сообществ были отнесены к типу местообитаний E1 (сухие злаковники), в том числе 91 % – к типу местообитаний «E 1.2 Кальцефитные многолетние злаковники и степи» (рис. 5). Часть описаний отнесена к группе местообитаний F (кустарники) и H (осыпи) – менее 1%, IE (антропогенные травяные сообщества) – 2 %. Неклассифицированными остались только 1.5% описаний. В целом

можно говорить о высокой степени адаптированности системы EUNIS для анализа выборки степных сообществ Предуралья. При детальном рассмотрении классификации на 4-м иерархическом уровне можно отметить, что классификация сообществ по типам местообитаний E1.2a (луговые степи в лесостепной зоне на карбонатных почвах), E1.2b (континентальные сухие настоящие степи), E1.2c (пустынные степи) соответствует зональной дифференциации порядков, к которым описания были отнесены при синтаксономическом анализе. Так в группе описаний порядка *Brachypodietalia pinnati* максимально высок процент сообществ, классифицированных как тип E1.2a, а в группе описаний порядка *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе* – сообществ, отнесенных к типу E1.2c. При этом тип местообитаний E1.2b не проявляет выраженной дифференциации в зональном распределении и, по всей видимости, требуется доработка диагностических групп видов данного типа для применения на Южном Урале.

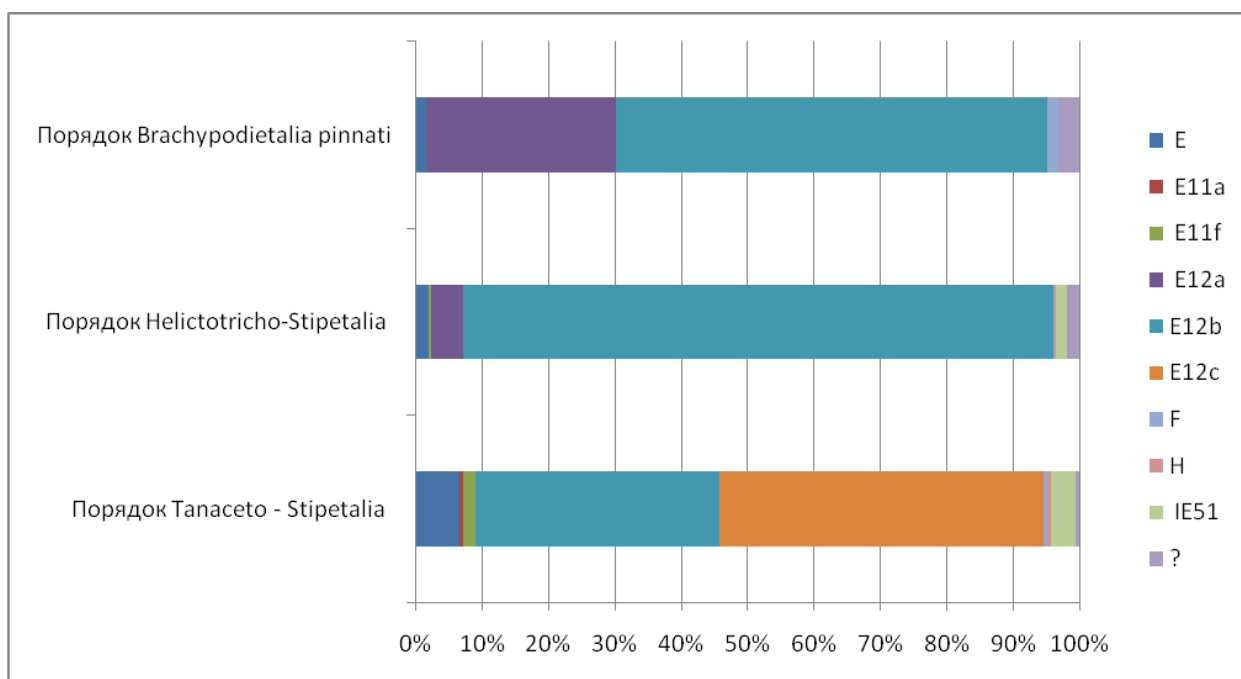


Рис. 5. Представленность степных сообществ Предуралья в системе классификации местообитаний EUNIS.

Местообитания E1.2. включены в перечень находящихся под угрозой типов природных местообитаний, нуждающихся в специальных природоохранных мерах (приложение к Резолюции № 4 ПК Бернской конвенции (1996 г., ред. 2014 г.), (Руководство «Изумрудная сеть» ..., 2015), что свидетельствует о высокой природоохранной значимости степной растительности Предуралья на международном уровне.

Оценка природоохранной значимости

Оценку природоохранной значимости проводили по 8 экспертным показателям. Из них 6 были базовыми – флористическая значимость (F), фитосоциологическая ценность (B), распространение (S), сокращение площади (D) естественность (N) и восстанавливаемость (V). Для отражения значимости базовых экспертных показателей учитывали весовые коэффициенты (BK): F и B = 3, S и D = 2, N и V = 1. Показатель «категория охраны» (C), отражает общую ценность сообщества как объекта охраны и является интегральным. Экспертный показатель «обеспеченность охраной» (P) отражает долю растительных сообществ синтаксона, охваченных охраной на действующих ООПТ. На основе интегрального показателя «категория охраны» и экспертного показателя

«обеспеченность охраной» принимается решение о природоохранной значимости растительных сообществ.

Результаты оценки природоохранной ценности показаны в таблице 3. Высокую природоохранную значимость для РБ имеют сообщества сухих дерновиннозлаковых степей ассоциаций *Astragalo macropi-Festucetum valesiacaе*, *Hedysaro razoumovianaе-Stipetum lessingianaе* и сообщества луговых степей ассоциаций *Astragalo austriacaе-Stipetum pulcherrimaе*, *Poo angustifoliaе-Stipetum pennataе*, *Fritillario ruthenicaе-Festucetum valesiacaе*, получившие 31-34 балла. Высокую оценку природоохранной значимости для ОО имеют сообщества богаторазнотравно-дерновиннозлаковых степей ассоциаций *Amorio montanaе-Stipetum zaleskii*, *Inulo asperae-Pulsatilletum patensae* и сообщество *Viola hirta-Stipa zaleskii*, получившие 26-29 баллов.

Таблица 3

Оценка природоохранной значимости степной растительности Предураля

	Критерии															
	F		B		S		N		D		V		C*		P	
	РБ	ОО	РБ	ОО	РБ	ОО	РБ	ОО	РБ	ОО	РБ	ОО	РБ	ОО	РБ	ОО
A.m.-F.v.	6	6	9	3	8	4	4	3	4	2	1	1	4 (34)	2 (19)	4	2
H.r.-S.l.	6	6	9	3	8	4	4	3	4	0	0	0	4 (31)	1 (16)	4	0
A.a.-S.p.	9	-	9	-	2	-	3	-	6	-	2	-	4 (31)	-	2	-
P.a.-S.p.	6	-	6	-	8	-	3	-	6	-	2	-	4 (31)	-	1	-
F.r.-F.v.	6	-	9	-	8	-	3	-	4	-	1	-	4 (31)	-	1	-
I.a.-P.p.	9	9	9	9	4	4	3	3	2	2	2	2	3 (29)	3 (29)	3	4
V.h.-S.z.	9	9	3	3	8	8	3	3	2	2	2	2	3 (27)	3 (27)	4	4
A.m.-S.z.	-	6	-	6	-	6	-	3	-	4	-	1	-	3 (26)	-	1
T.m.-C.s.	9	-	9	-	4	-	3	-	4	-	1	-	3 (30)	-	1	-
G.v.-S.t.	6	-	6	-	6	-	3	-	6	-	2	-	3 (29)	-	4	-
M.k.-F.p.	6	-	9	-	8	-	4	-	2	-	0	-	3 (29)	-	1	-
L.v.-S.p.	6	-	6	-	6	-	3	-	6	-	2	-	3 (29)	-	3	-
A.m.-S.t.	6	6	3	3	8	4	3	2	6	6	1	1	3 (27)	2 (22)	4	2
S.p.-C.s.	6	-	6	-	6	-	3	-	4	-	1	-	3 (26)	-	3	-
H.g.-S.p.	9	9	3	3	4	2	3	3	4	4	1	1	3 (24)	2 (22)	2	4
A.l.-K.c.	3	3	6	6	8	8	3	4	2	2	0	0	2 (22)	2 (23)	1	0
S.n.-S.k.	9	9	3	3	2	2	3	3	4	4	1	1	2 (22)	2 (22)	2	4
A.r.-A.l.	-	6	-	6	-	8	-	2	-	0	-	0	-	2 (22)	-	0
G.t.-T.a.	-	6	-	3	-	6	-	3	-	4	-	0	-	2 (22)	-	1
A.t.-A.l.	-	6	-	3	-	8	-	3	-	0	-	0	-	2 (20)	-	3

Примечание. Критерии: F – флористическая значимость (ВК-3), B – фитосоциологическая ценность (ВК-3), S – распространение (ВК-2), N – естественность (ВК-1), D – сокращение площади (ВК-2), V – восстанавливаемость (ВК-1), C – категория охраны, P – обеспеченность охраной.

* – в скобках приводится сумма баллов всех базовых показателей с учетом весовых коэффициентов: 4 (31-39), 3 (24-30), 2 (17-23), 1 (менее 17).

Выводы

1) Выявлено разнообразие растительных сообществ степей Предуралья, которые в системе эколого-флористической классификации растительности Евразии отнесены к классу евроазиатских степей *Festuco-Brometea*, 3 порядкам (*Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianae*, *Helictotricho-Stipetalia* и *Brachypodietalia pinnati*), 4 союзам, 18 ассоциациям, 6 субассоциациям, 2 сообществам и 3 вариантам, из которых 9 ассоциаций, 6 субассоциаций и 1 вариант – новые.

2) С применением методов непрямого ординационного анализа (DCA-ординации) показана ведущая роль комплекса эдафо-климатических факторов в дифференциации флористического состава сообществ порядков, что находит отражение в их распределении на зональном градиенте. Различия местообитаний на ландшафтном уровне, связанные с каменистостью субстрата, экспозицией и крутизной склона, являются ведущими в дифференциации флористического состава на уровне ассоциаций.

3) В составе растительных сообществ степей Предуралья выявлено 80 редких и нуждающихся в охране видов. Из них 19 включены в Красную книгу Российской Федерации, 19 занесены в Красную книгу Республики Башкортостан и 32 включены в Постановление Правительства Оренбургской области от 03.09.2018 (ПП ОО). В составе редкого компонента ценофлоры представлена также большая группа реликтов и эндемиков.

4) Показана высокая степень соответствия системы классификации местообитаний EUNIS и эколого-флористической классификации для сообществ степей Предуралья. Местообитания, относящиеся к типу «Е1.2 Кальцефитные многолетние злаковники и степи», включены в перечень находящихся под угрозой типов природных местообитаний, нуждающихся в специальных природоохранных мерах согласно приложению 4 к Резолюции № 4 ПК Бернской конвенции, что свидетельствует о высокой природоохранной значимости степной растительности Предуралья на международном уровне.

5) Высокую оценку природоохранной значимости для территории РБ получили сообщества луговых степей ассоциаций *Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae*, *Poo angustifoliae-Stipetum pennatae*, *Fritillario ruthenicae-Festucetum valesiacaе*, сухих дерновиннозлаковых степей ассоциаций *Astragalo macropi-Festucetum valesiacaе*, *Hedysaro razoumovianaе-Stipetum lessingianaе*; для территории ОО - богаторазнотравно-дерновиннозлаковые степи ассоциаций *Amorio montanaе-Stipetum zaleskii*, *Inulo asperae-Pulsatilletum patensae* и сообщества *Viola hirta-Stipa zaleskii*.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Лебедева М.В., Петрова М.В. О редкой ассоциации петрофитных степей гор-останцов Предуралья (Республика Башкортостан) // Тезисы докладов III (XI) Международной Ботанической Конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге 4–9 октября 2015 года. СПб.: БИН РАН, 2015. С. 121.

Петрова М.В. Ямалов С.М. Редкие виды степных сообществ юга Предуралья Республики Башкортостан // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы VI Всероссийской конференции с международным участием. Йошкар-ола, 2015а. С. 100-102.

Петрова М.В. Ямалов С.М. Состояние охраны степной растительности в Предуралье Республики Башкортостан // Заповедники Крыма – 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Тезисы VIII Международной научно-практической конференции (Симферополь, 28-30 апреля 2016 г.). Симферополь, 2016. С. 159-160.

Петрова М.В., Лебедева М.В., Ямалов С.М. Влияние градиента увлажнения на флористический состав луговых степей Предуралья // Современные проблемы

экспериментальной ботаники : материалы I Международной научной конференции молодых учёных, приуроченной Году науки в Республике Беларусь (г. Минск, 27–29 сентября 2017 года) / Национальная академия наук Беларуси ; ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси». Минск : Колорград, 2017. С. 195-197.

Петрова М.В., Лебедева М.В., Ямалов С.М. Луговые степи Предуралья: синтаксономия и природоохранная значимость // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII Международной ландшафтной конференции, Воронеж, 14–17 мая, 2018 г. : в 2 т. / ред.: В.Б. Михно [и др.]. Воронеж : ИСТОКИ, 2018а. Т. 2. С. 273-275.

Петрова М.В., Лебедева М.В., Ямалов С.М., Хасанова Г.Р. Анализ редкого компонента флоры петрофитных степей Южного и Среднего Урала // Вопросы степеведения. Номер XV. Оренбург: ИС УрО РАН, 2019. С. 258-260.

Петрова М.В., Лебедева М.В., Ямалов С.М., Хасанова Г.Р. Природоохранная значимость богаторазнотравных степей и их петрофитных вариантов в Предуралье // сборник Степи Северной Евразии материалы VIII международного симпозиума. Российская академия наук Уральское отделение, Институт степи; Русское географическое общество; Российский фонд фундаментальных исследований; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Оренбургский государственный университет; Северо-Казахстанский государственный университет. 2018б. С. 762-764.

Петрова М.В., Лебедева М.В., Ямалов С.М., Хасанова Г.Р. Природоохранная значимость богаторазнотравных степей Предуралья // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2018а. № 2. С. 208-216.

Петрова М.В., Лебедева М.В., Ямалов С.М., Хасанова Г.Р. Синтаксономия луговых степей Предуралья // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. 2018б. № 4. С. 77-84.

Петрова М.В., Петров С.С. Редкие и исчезающие виды в составе флоры горы Нарыстау // Биология – наука XXI века: 19-я Международная Пущинская школа-конференция молодых ученых (Пущино, 20-24 апреля 2015 г.). Сборник тезисов. Пущино, 2015. С. 439-440.

Петрова М.В., Ямалов С.М. Флористический состав степных сообществ юга Предуралья Республики Башкортостан // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия. Сборник материалов / отв. ред. Вардуни Т.В., Дмитриев П.А., Капралова О.А.; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015д. С. 246–249.

Петрова М.В., Ямалов С.М. Исследование степной растительности на территории Оренбургской области / Техника и технологии: актуальные вопросы, достижения и тенденции развития: Сб. материалов III Междунар. заоч. науч.-практ. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, 28 марта 2017 г., г. Стерлитамак, Российская Федерация; г. Актобе, Республика Казахстан / Отв. ред. С.Ю. Широкова. Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2017. С. 338-340.

Петрова М.В., Ямалов С.М. История изучения степной растительности Башкирского Предуралья // Вестник Башкирского университета. 2015б. Т. 20. № 3 С. 869-875.

Петрова М.В., Ямалов С.М. Синтаксономия степной растительности южной части Башкирского Предуралья // Устойчивое развитие территорий: теория и практика: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (15-16 мая 2015 г.), г. Сибай. Сибай: СГТ – ф-л ГУП РБ ИД РБ, 2015б. С.214-219.

Петрова М.В., Ямалов С.М. Синтаксономия степных сообществ юга Башкирского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета 2015б №10 (185). С. 48-54.

Петрова М.В., Ямалов С.М. Сохранившиеся степные массивы юга Башкирского Предуралья // Степи Северной Евразии: материалы VII международного симпозиума / под научной редакцией члена-корреспондента РАН А. А. Чибилёва. Оренбург: ЧС УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2015в. С. 651–656.

Петрова М.В., Ямалов С.М. Степные сообщества юга Башкирского Предуралья // Экологический сборник 5: Труды молодых ученых Поволжья. Международная научная конференция. Тольятти, 2015а. С. 275-280.

Петрова М.В., Ямалов С.М., Лебедева М.В. Сравнительный анализ ценофлоры луговых степей Предуралья и Зауралья Республики Башкортостан // Современные проблемы науки и образования. 2015. №5.

Табульдин Ю.З., Ямалов С.М., Петрова М.В. Ординационный анализ степной растительности бассейна реки Большой Уран (Оренбургская область) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2015. № 4 (12). С. 59–67.

Ямалов С.М., Лебедева М.В., Хасанова Г.Р., Муллагулов Р.Т., Аминев А.Ф., Петрова М.В. Разнообразие степных сообществ Зауралья: вклад ведущих экологических факторов // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 4(1). С. 185-187.