

passing small amperage through it. The paper contains the results of the study of changes in the toxic properties of soil contaminated with oil and mineralized formation water at oil production after electrochemical treatment. A biotesting technique with *Lepidium sativum* L. is used for an integrated assessment of the hazardous properties of contaminated soil after electrical treatment. This biological test object has a high responsiveness to the presence of pollutants in soil and water, as well as the ability to rapidly germinate. The main parameters during the study are the percentage of seed germination and the total length of seedlings (underground and aboveground parts). A statistical analysis of the data is carried out. The phytotoxicity of contaminated soil is compared before and after cleaning. The conclusion is drawn about the potential suitability of this method for the full restoration of natural plant communities at the pollution territory, as well as for conducting complex phytoremediation.

Keywords: electrochemical cleaning; desalination; electrodes; electric current; oil-contaminated soil; oil products; formation water; biotesting; phytotoxicity; test object; watercress; germination; length of seedlings; correlation coefficient; recultivation; phytoremediation.

* * *

УДК 581.91

DOI 10.24411/2309-4370-2019-14119

Статья поступила в редакцию 01.09.2019

РЕДКИЕ И НУЖДАЮЩИЕСЯ В ОХРАНЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ КАМЕНИСТЫХ СТЕПЕЙ ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО УРАЛА

© 2019

Ямалов Сергей Маратович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений

Лебедева Мария Владимировна, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник группы тропических и субтропических растений

Голованов Ярослав Михайлович, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений

Петрова Мария Владимировна, аспирант
лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений

*Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН
(г. Уфа, Российская Федерация)*

Аннотация. Выявлен редкий компонент флоры каменистых степей Южного и Среднего Урала и приуроченность редких и нуждающихся в охране видов к разным их типам. Установлено произрастание 154 редких и нуждающихся в охране вида, реликтов и эндемиков, что составляет 20,8% всей ценофлоры каменистых степей региона. В их числе 18 видов, включенных в Красную книгу РФ, а также 98 видов, занесенных в региональные Красные книги. Выявлено произрастание 34 эндемичных видов, относящихся преимущественно к группе скальных и петрофитностепных эндемиков. Реликтовая флора насчитывает 42 вида. Большая часть из них (25 видов) относится к голоцену, группа плейстоценовых реликтов представлена 13 видами. Анализ ценофлоры позволил выявить особенности распределения редких видов по сообществам, характеризующим разные типы местообитаний. Наибольшая доля редких видов отмечена в сообществах юга лесостепной зоны на известняковых субстратах (более 30% – 81 вид). Полученные данные подтверждают высокую природоохранную значимость петрофитных степей Южного и Среднего Урала и могут служить основой для формирования комплексной стратегии охраны этих сообществ.

Ключевые слова: петрофитные степи; каменистые степи; флора; редкие виды; петрофитностепные эндемики; реликты; биоразнообразие; местообитание; сообщества; растительность; фитоценоз; Красная книга; Республика Башкортостан; Южный Урал; Средний Урал.

Каменистые (петрофитные) степи Южного и Среднего Урала традиционно представляют интерес для исследователей флоры и растительности [1–4]. Уникальность флоры каменистых субстратов, насыщенной степными, реликтовыми и эндемичными, видами отмечали Н.П. Крылов [5], С.И. Коржинский [6]. В период активного сельскохозяйственного освоения (60–80-е годы XX века) произошло резкое сокращение площади зональных степей. Большинство степных массивов на плакорах и равнинных территориях были освоены под пашню. Степные сообщества сохранились преимущественно на возвышенных формах рельефа и чаще всего связаны со склоновыми каменистыми местообитаниями. Сообщества каменистых степей на Урале стали своеобразными рефугиумами степной флоры и растительности региона

[7]. На современном этапе эти сообщества имеют высокое природоохранное значение как носители уникального биоразнообразия, их ценофлора включает большое число редких и нуждающихся в охране видов, реликтов и эндемиков.

На сегодняшний день собран большой фактический материал, который насчитывает 852 геоботанических описаний каменистых степей региона. Данная выборка достаточно репрезентативно представляет этот тип сообществ на широтном градиенте более 900 км, охватывающем Средний и Южный Урал и сопредельные территории на территориях Республики Башкортостан (РБ), Свердловской (СО), Челябинской (ЧО) и Оренбургской области (ОО).

Цель настоящей работы: выявление редкого компонента флоры каменистых степей Южного и

Среднего Урала и сопредельных территорий и приуроченности редких и нуждающихся в охране видов к основным типам каменистых степей региона.

Природные условия района исследования

Исследованная территория охватывает районы распространения степей в пределах Среднего и Южного Урала. Ее уникальность обусловлена положением на стыке Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. Согласно ботанико-географическому районированию степной области Евразии здесь граничат три провинции: Восточно-Европейская лесостепная, Западно-Сибирская лесостепная и Заволжско-Казахстанская степная [8], что определяет сложную структуру растительного покрова. Климат района умеренно-континентальный. Среднегодовые температуры изменяются от 0,3–0,9°C до 3,1–3,9°C, среднегодовое количество осадков – от 577 мм до 400 мм. На климатические характеристики отдельных участков большое влияние оказывает расположение и абсолютная высота хребтов Уральских гор. [9–11]. Растительность представлена сменяющимися зональными типами: от таежных лесов на севере до настоящих и сухих степей на юге. На равнинных участках почвы сменяются от горных подзолистых и серых лесных до черноземов (выщелоченных, обыкновенных, южных, реже солонцеватых и солончаковых). В почвенном покрове невысоких хребтов и гряд доминируют маломощные грубоскелетные и эродированные почвы с частыми выходами горных пород.

Большим разнообразием отличается состав материнских пород, который влияет на особенности петрофитной растительности. Так, выходы карбонатных пород и гипсов распространены в Предуралье, в Зауралье гипсы отсутствуют полностью, выходы карбонатных пород редки и незначительны по площади, а преобладают метаморфические породы. На Среднем Урале участки петрофитных степей приурочены к основным и ультраосновным горным породам (известнякам, дунитам, пироксенитам и др.).

Методика исследования

Для выявления редкого компонента ценофлоры каменистых степей выполнен анализ 852 полных геоботанических описаний из фитоценотеки травяной растительности Южного Урала (<https://www.givd.info/id/00-ru-006>) [12]. Для классификации описаний использован алгоритм TWINSPAN, реализованный в пакете программ JUICE [13]. Согласно стандартным методикам, принятым в рамках эколого-флористического подхода к классификации растительности, выделялись безранговые единицы – фитоценоны [14].

Список эндемичных и реликтовых видов приведен согласно сводке П.Л. Горчаковского [15], с дополнениями по П.В. Куликову [16; 17] и М.С. Князеву [18]. Список редких видов дан по Красной книге Российской Федерации (КК РФ) [19], Красной книге Республики Башкортостан (КК РБ) [20], Красной книге Свердловской области (КК СО) [21] и Красной книге Челябинской области (КК ЧО) [22], а также по постановлению Правительства Оренбургской области «О красной книге Оренбургской области» (КК ОО) [23].

Результаты и обсуждение

В результате кластерного анализа выделено 5 типов сообществ (фитоценонов), отражающих основное разнообразие каменистых степей Южного и Среднего Урала и дифференцированных пространственно (рис. 1).

Первый фитоценон включает каменистые степи южной оконечности горного Урала (в пределах РБ и ОО), преимущественно на территории Губерлинских Гор, Кувандыкского мелкосопочника, а также южной части степной зоны Предуралья. Они сформированы на различных субстратах – преимущественно на изверженных породах, а также на известняках, гипсах, песчаниках и мергелях. Группа характерных видов фитоценона: *Elytrigia pruinifera*, *Hedysarum argyrophyllum*, *Thymus guberlinensis*, *Centaurea turgaica*, *Linaria uralense*, *Artemisia salsoloides*, *Poa crista*, *Meniocus linifolius*.

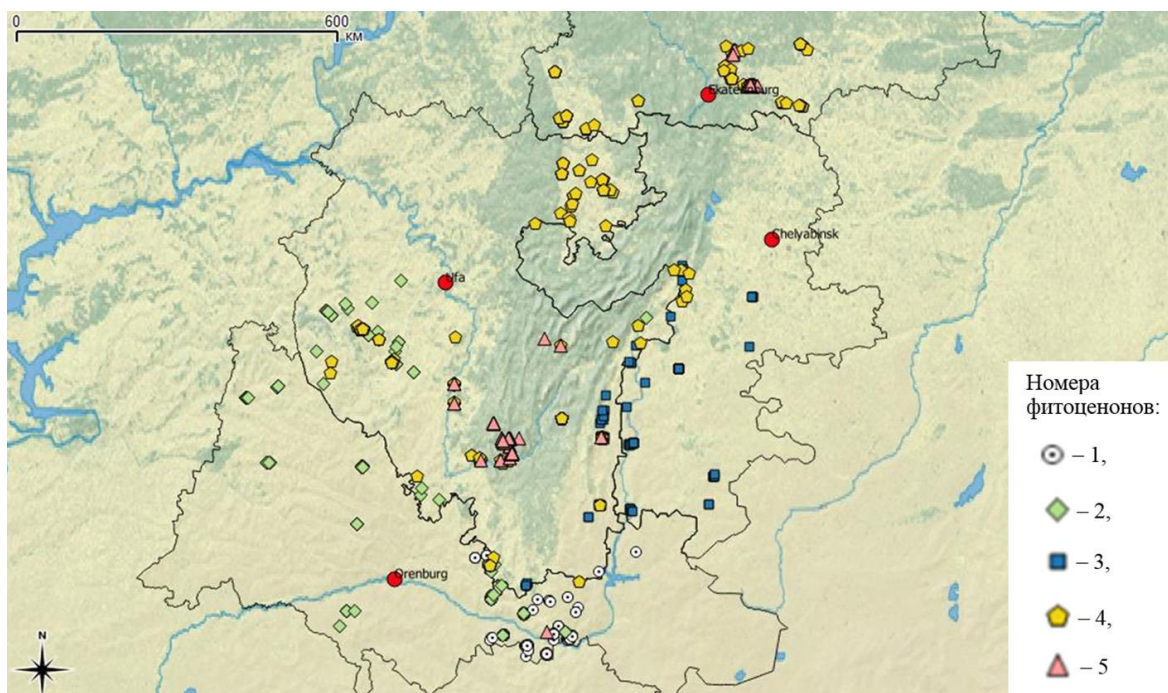


Рисунок 1 – Пространственное распределение основных типов каменистых степей Южного и Среднего Урала

Второй фитоценоз объединил каменистые степи Предуралья (в пределах РБ и ОО), преимущественно на извостяжковых склонах небольших гор и возвышенностей. Группа характерных видов кластера включает такие виды, как *Centaurea marschalliana*, *Trinia muricata*, *Agropyron pectinatum*, *Hedysarum grandiflorum*, *Salvia nutans*.

В третий фитоценоз вошли степи Зауралья, приуроченные к породам метаморфического происхождения: гранитам, яшмам и гипербазитам. В эту группу вошли гиперпетрофитные степи лесостепной зоны Зауралья, а также гор-останцов рифового происхождения в Предуралье (Стерлитамакские шиханы). Их характеризует группа видов: *Orostachys spinosa*, *Articulisia frigida*, *Dianthus acicularis* s.l., *Aster alpinus*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Pulsatilla patens*.

Сообщества четвертого фитоценоза локализованы в северной и южной лесостепи Предуралья, Урала и Зауралья (РБ и СО), а также на северо-восточной границе РБ и ЧО. Представляют собой петрофитные варианты богаторазнотравных степей, как правило, приуроченные к местообитаниям с достаточно развитым почвенным покровом и низкой степенью каменистости субстрата. Характерные виды: *Koeleria sclerophylla*, *Vincetoxicum albowanum*, *Thalictrum foetidum* и др.

Пятый фитоценоз объединил каменистые варианты луговых степей горно-лесной зоны Южного Урала и северные варианты каменистых степей таежно-лесного пояса Среднего Урала, встречающиеся на ультраосновных породах. Характерные виды: *Centaurea sibirica*, *Phleum phleoides*. Сообщества данного кластера характеризуются низкой представленностью типичных петрофитов и высокой долей лугово-степного разнотравья (*Fragaria viridis*, *Filipendula vulgaris*, *Dianthus versicolor* и др.) и опушек (*Origanum vulgare* и др.).

Анализ ценофлоры каменистых степей региона показал, что всего в нее входит 741 вид высших сосудистых растений, в том числе 154 редких и нуждающихся в охране вида, реликта и эндемика, что составляет 20,8% всей ценофлоры. Некоторые количественные показатели, характеризующие редкий компонент ценофлоры выделенных фитоценозов каменистых степей Южного и Среднего Урала, приведены в таблице 1. Распределение редких видов по фитоценозам и краткие характеристики видов представлены в таблице 2.

В сообществах каменистых степей встречено 18 видов, включенных в КК РФ, в их числе только один вид II категории охраны – *Iris scariosa* (вид, сокращающийся в численности), остальные относятся к III категории охраны как редкие, с естественной малой численностью.

Редкие виды петрофитных степей составляют значительную долю региональных Красных книг. Так, отмечено присутствие 62 видов, включенных в КК РБ, что составляет 28,2% от общего числа охраняемых видов сосудистых растений Республики Башкортостан; 61 вид – в КК ОО (41,2% от общего числа охраняемых видов Оренбургской области), 46 видов – в КК ЧО (34,6% от общего числа охраняемых видов Челябинской области), 25 видов – в КК СО (25,3% от общего числа охраняемых видов Свердловской области).

Среди растений, включенных в региональные Красные книги, хорошо представлена группа видов-индикаторов каменистых местообитаний, такие как

Aster alpinus, *Clausia aprica*, *Pulsatilla patens*, *Cotoneaster melanocarpus* и др., имеющие высокую встречаемость и константность в сообществах всех пяти фитоценозов.

В ценофлоре каменистых степей представлено 34 эндемичных вида, относящихся преимущественно к группе скальных и петрофитностепных эндемиков в понимании П.В. Куликова. Каменистые степи являются одним из основных типов местообитаний, с которыми связано распространение эндемиков Урала. Это связано с тем, что в условиях интенсивной эрозии и неполноразвитого или почти неразвитого почвенного покрова снижается межвидовая конкуренция со стороны более ценотически активных видов. Как правило, постоянство эндемичных видов в сообществах невелико. Наиболее широко распространены *Koeleria sclerophylla*, *Oxytropis spicata*, *Thymus bashkiriensis*, *Dianthus acicularis* s.l. Дифференциация состава эндемичных видов по фитоценозам отражает эдафический характер уральского эндемизма.

В основном это скальные и горностепные эндемики Урала – *Astragalus helmii*, *Hedysarum razoumovianum*, *Koeleria sclerophylla*, *Oxytropis hippolyti*, *O. approximata* и др. Виды данной группы, как правило, приурочены к каменистым субстратам на средних и нижних частях склонов, а также к скальным обнажениям. В сообществе Среднего Урала группа скальных и петрофитно-степных эндемиков представлена такими видами, как *Oxytropis kunguriensis*, *Thymus uralensis*, *Astragalus silvesteppaceus*, *Elytrigia reflexiaristata*, *Euphorbia gmelinii*, *Euphorbia korshinskyi*, *Poa korshinskyi*, *Seseli krylovii*, *Thymus punctulosus*. Группу субэндемиков Урала и прилегающих территорий составили такие виды, как *Pedicularis uralensis*, *Euphorbia gmelinii*, *Euphorbia korshinskyi*, *Dianthus acicularis* s.l., к группе субэндемиков Заволжья и Южного Урала относится *Thymus bashkiriensis*.

Присутствие 13 видов плейстоценовых реликтов преимущественно горноазиатского происхождения (*Aizopsis hybrida*, *Linaria debilis*, *Thalictrum foetidum* и др.) отражает формирование петрофитной флоры в послеледниковый период, когда в условиях достаточно сухого и холодного климата освобождались незадерненные субстраты склоновых местообитаний со слабо развитой почвой. В основном данные виды представлены в выделенных типах сообществ с низким постоянством, исключение составляет *Orostachys spinosa*, являющийся высококонстантным и часто доминирующим видом сообществ третьего фитоценоза. Большинство плейстоценовых реликтов включены в региональные красные книги.

Более многочисленна группа голоценовых реликтов (25 видов) активна в сообществах всех фитоценозов. При этом присутствие таких широко распространенных степных видов, как *Galium verum*, *Phlomis tuberosa*, *Poa transbaicalica*, *Helictotrichon desertorum*, *Onosma simplicissima*, сообществах островных лесостепей горно-лесного пояса и лесной зоны свидетельствуют о происходившем в голоцене значительном продвижении степной растительности на север и реликтовом характере данных сообществ за пределами степной зоны.

Немногочисленные плейстоценовые реликты (4 вида): *Digitalis grandiflora*, *Festuca gigantea*, *Lathyrus litvinovii*, *Viola mirabilis* относятся к видам европейских широколиственных лесов и встречаются в петрофитных степях только в условиях контакта с другими типами сообществ в горно-лесной зоне.

Таблица 1 – Структура редкого компонента ценофлоры каменистых степей Южного и Среднего Урала разных кластеров

Фитоценоз	1	2	3	4	5
Число геоботанических описаний	172	132	117	302	129
Видовое богатство (среднее число видов в описании)	30	34	38	36	37
Объем ценофлоры (число видов)	305	352	259	464	363
Объем редкого компонента (число редких видов/доля от общего числа видов)	87/28	95/27	81/31	98/21	64/18
в том числе:					
– видов, включенных в КК РФ	10/3	17/5	7/3	14/3	7/2
– видов, включенных в КК субъектов РФ	55/18	50/14	46/17	52/11	30/8
– из КК РБ	37	37	22	31	13
– из КК ОО	39	39	3	37	19
– из КК ЧО	23	21	27	26	13
– из КК СО	9	4	16	19	16
Число реликтов и эндемиков, не занесенных в КК	22/7	29/8	29/11	33/7	28/8
Число скальных и петрофитно-степных эндемиков	12/5	19/6	18/7	24/5	16/3
Число эндемиков широколиственных лесов					1
Число доледниковых реликтов				2	4
Число плейстоценовых реликтов	5	2	7	4	5
Число голоценовых реликтов	19	25	24	25	24

Примечание. КК РФ – Красная книга Российской Федерации; КК РБ – Красная книга Республики Башкортостан; КК ОО – Постановление Правительства Оренбургской области «О Красной книге Оренбургской области»; КК ЧО – Красная книга Челябинской области; КК СО – Красная книга Свердловской области.

Таблица 2 – Редкий компонент флоры каменистых степей Южного и Среднего Урала

Фитоценоз	1	2	3	4	5	Категория охраны					Группы
						КК РФ	КК РБ	КК ОО	КК ЧО	КК СО	
Редкие и нуждающиеся в охране виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации											
<i>Stipa pennata</i>	+	++	+	++	++	3	3	1	3		Гл
<i>Stipa zaleskii</i>	++	+	+++	+	+	3	3		3		
<i>Koeleria sclerophylla</i>	+	++	++	++		3	3	1	3		СПС (ЮУ)
<i>Stipa pulcherrima</i>	+	++		+	+	3	3	1	3		
<i>Stipa dasyphylla</i>		+	+	+	+	3	3	1	3		
<i>Astragalus helmii</i>	++	++		+		3	3				СПС (У)
<i>Hedysarum grandiflorum</i>		++	+	+		3	3	1	1		
<i>Minuartia krascheninnikovii</i>		+	++	+		3	3	1	3		СПС (У)
<i>Fritillaria ruthenica</i>		+		+	+	3	3	1	3		

Фитоценоз	1	2	3	4	5	Категория охраны					Группы	
						КК РФ	КК РБ	КК ОО	КК ЧО	КК СО		
<i>Thymus cimicinus</i>		+		+	+	3	3					
<i>Iris pumila</i>	+	+		+		3	3	1	3			
<i>Iris scariosa</i>	+	+	+			2	1	1				
<i>Artemisia salsoloides</i>	++	+				3	3	1	1			
<i>Hedysarum razoumovianum</i>	+	+				3	3	1				СПС (ЮУ)
<i>Medicago cancellata</i>	+	+				3	2	1				
<i>Oxytropis hippolyti</i>		+		+		3	3	1				СПС (ЮУ)
<i>Globularia punctata</i>		+		+		3	3	1				
<i>Neottianthe cucullata</i>				+	+	3	3	3				
Редкие и нуждающиеся в охране виды, занесенные в региональные Красные книги												
<i>Aster alpinus</i>	+	+	+++	++	+			2		3		
<i>Clausia aprica</i>	+	++	++	+	+			3		3		
<i>Pulsatilla patens</i>	+	+	++	+	++			2		4		
<i>Cotoneaster melanocarpus</i>	+	+	++	+	+			3				Гл
<i>Schivereckia hyperborea</i>	+	+	+	+	+			3	3	3		
<i>Asparagus officinalis</i>	+	+	+	+	+					3		
<i>Orites bashkirorum</i>	++	++	+	++	+			3				
<i>Oxytropis spicata</i>	+	+	+	+	+					2		СПС (У)
<i>Pedicularis physocalyx</i>	+	+	+	+	+				3			
<i>Thymus bashkiriensis</i>	+	+	++	+	+					4		СПС (У)
<i>Dianthus acicularis</i> s.l.	+	+	+++	++				3		3		СПС (У)
<i>Alyssum lenense</i>	+	++	++	+				3		3		
<i>Asperula petraea</i>	+	++	++	+				3				
<i>Hedysarum argyrophyllum</i>	++	+	+	+				3	3	3		
<i>Tulipa biebersteiniana</i> (incl. <i>T. scythica</i>)	++	+		+	+			3		3		
<i>Aizopsis hybrida</i>	+		+	+	++			3				Пл
<i>Jurinea ledebourii</i>	+	++	+	+						3		
<i>Polygala sibirica</i>		++	+	++	+			3				
<i>Helichrysum arenarium</i>	+	+	+	+				3	3			
<i>Helictotrichon schellianum</i>		+	+	+	+				3			
<i>Elytrigia reflexiaristata</i>		+	+	+	+			3				СПС (У)
<i>Elytrigia pruinifera</i>	+++	+	+						3			
<i>Stipa sareptana</i>	++	+		+				3				
<i>Cephalaria uralensis</i>	++	++		+				3				
<i>Astragalus karelinianus</i>		+	++	+				3	3	2		СПС (У)
<i>Linaria debilis</i>	+		++	+				3		3		Пл
<i>Thymus taliyevii</i>		++		+	+						4	СПС (У)
<i>Astragalus cornutus</i>	+	+		+				3	3			СПС (П и ЮУ)
<i>Linum uralense</i>	+	+		+				3	2	1		
<i>Linum perenne</i>	+	+		+						3		
<i>Astragalus wolgensis</i>	+	+		+						3		СПС (П и ЮУ)
<i>Elytrigia intermedia</i>	+	+		+				3				
<i>Orostachys thyrsoflora</i>	+	+	+						3			
<i>Stipa korshinskyi</i>		+	+	+				3		3		
<i>Thymus uralensis</i>		+	+	+							4	СПС (У)
<i>Adonis vernalis</i>		+		+	+				2		4	
<i>Serratula gmelinii</i>		+		+	+						3	СПС (У)
<i>Gentiana cruciata</i>			+	+	+				2			
<i>Stipa lessingiana</i>	++	++						3				
<i>Juniperus sabina</i>			+	+					3	3		Дл
<i>Tulipa patens</i>	+		+					2	2	3		
<i>Allium flavescens</i>	+		+					3				
<i>Sterigmostemum tomentosum</i>	+	+						1				
<i>Aulacospermum multifidum</i>			+	+						3	3	СПС (У)
<i>Bupleurum multinerve</i>			+	+						3	3	Пл
<i>Phlox sibirica</i>			+	+				3		2	1	Пл
<i>Pulsatilla uralensis</i>			+	+				3			4	
<i>Scorzonera glabra</i>			+	+						3	3	
<i>Campanula rotundifolia</i>			+	+					2			

Фитоценоз	1	2	3	4	5	Категория охраны					Группы	
						КК РФ	КК РБ	КК ОО	КК ЧО	КК СО		
<i>Galatella divaricata</i>	+	+					2					
<i>Astragalus subarcuatus</i>	+	+						3				СПС (ПП)
<i>Astragalus vulpinus</i>	+	+						3				
<i>Zygophyllum pinnatum</i>	+	+					2	3				
<i>Phlomis pungens</i>	+	+					1					
<i>Thymelaea passerina</i>	+	+					3					
<i>Crambe tataria</i>		+		+			2	3				
<i>Dianthus uralensis</i>	+		+				3	3	3			СПС (ЮУ)
<i>Allium nutans</i>			+		+		2					
<i>Digitalis grandiflora</i>				+	+			3		3		Дл
<i>Viola mirabilis</i>				+	+			2				Дл
<i>Hedysarum gmelinii</i>		+		+				3				
<i>Linum nervosum</i>		+		+			3					
<i>Artemisia santolinifolia</i>		+			+				3	3		Пл
<i>Linaria uralense</i>	++							3	3			
<i>Oxytropis gmelinii</i>			++				3	3	3			СПС (ЮУ)
<i>Dianthus leptopetalus</i>	+						1	3	3			
<i>Gypsophila rupestris</i>	+						1	3				
<i>Onosma guberlinensis</i>	+						1	3				СПС (ЮУ)
<i>Plantago krascheninnikovii</i>	+						0	3	1			С (ЮУ)
<i>Convolvulus fruticosus</i>	+							4				
<i>Goniolimon callicomum</i>	+						0					
<i>Matthiola superba</i>	+							3				
<i>Ornithogalum fischerianum</i>	+								3			
<i>Silene altaica</i>	+								2			Пл
<i>Stipa orientalis</i>	+							2				
<i>Trinia hispida</i>	+						1					
<i>Trinia multicaulis</i>	+						2					
<i>Tulipa biflora</i>	+							2				
<i>Allium praescissum</i>		+					2					
<i>Agropyron fragile</i>		+					3					
<i>Rindera tetraspis</i>		+						3				
<i>Oxytropis approximata</i>			+				2		3			СПС (У)
<i>Patrinia sibirica</i>			+				3		3			Пл
<i>Potentilla agrimonioides</i>			+						2			
<i>Saxifraga spinulosa</i>			+						3			
<i>Helianthemum baschkirorum</i>			+						2			
<i>Potentilla sericea</i>			+						3	3		Пл
<i>Astragalus falcatus</i>				+					3			Пл
<i>Chrysanthemum zawadskii</i>				+			2					
<i>Gentiana pneumonanthe</i>				+				2				
<i>Oxytropis kunguriensis</i>				+			2					СПС (СУ)
<i>Allium obliquum</i>					+		3	3	3			Пл
<i>Lathyrus litvinovii</i>					+				2	1		Нем (ЮУ)
<i>Minuartia helmii</i>					+		3		3	3		СПС (У)
<i>Aconitum nemorosum</i>					+					2		
<i>Chimaphila umbellata</i>					+		3					
<i>Lilium pilosiusculum</i>					+					3		
Эндемики и реликты, не занесенные в Красные книги												
<i>Galium verum</i>	++	++	+++	+++	+++							Гл
<i>Artemisia latifolia</i>	+	+	+	+	+							Гл
<i>Artemisia sericea</i>	+	+	+	++	++							Гл
<i>Dianthus versicolor</i>	+	+	+	++	++							Гл
<i>Echinops ruthenicus</i>	++	+++	+++	++	+							Гл
<i>Gypsophila altissima</i>	+	++	++	++	++							Гл
<i>Helictotrichon desertorum</i>	+	++	++	+++	+							Гл
<i>Onosma simplicissima</i>	++	+++	++	++	+							Гл
<i>Oxytropis pilosa</i>	+	+	+	+	+							Гл
<i>Phleum phleoides</i>	+	+	+	++	++							Гл
<i>Phlomis tuberosa</i>	+	+	+	+	++							Гл

Фитоценоз	1	2	3	4	5	Категория охраны					Группы	
						КК РФ	КК РБ	КК ОО	КК ЧО	КК СО		
<i>Poa transbaicalica</i>	+	+	++	+	+++							Гл
<i>Seseli ledebourii</i>	+	+	++	+	+							Гл
<i>Spiraea crenata</i>	+	+	++	+	++							Гл
<i>Tanacetum uralense</i>	+	++	+	+	+							СПС (ЮУ)
<i>Thalictrum foetidum</i>	+	++	++	+	+							Пл
<i>Veronica spicata</i>	+	+	+++	+++	+++							Гл
<i>Vincetoxicum albowianum</i>	+	+	++	++	+							Гл
<i>Orostachys spinosa</i>	+		+++									Пл
<i>Thymus guberlinensis</i>	++	+	+									СПС (ЮУ)
<i>Pedicularis uralensis</i>	+	+	+	+								СПС (У)
<i>Oxytropis kasakorum</i>	+											СПС (ЮУ)
<i>Hedysarum kulikovii</i>	+											СПС (ЮУ)
<i>Oxytropis knjazevii</i>	+											С (Юж. Поволжье)
<i>Anemone sylvestris</i>		+	+	+	+							Гл
<i>Artemisia armeniaca</i>		+	+	+	++							Гл
<i>Artemisia frigida</i>		+	+++	++	+							Гл
<i>Astragalus danicus</i>		+	+	+	+							Гл
<i>Thymus punctulosus</i>		+	+	++	+							СПС (У)
<i>Euphorbia gmelinii</i>		+	+	+								СПС (У)
<i>Genista tinctoria</i>		+	+	++	+							Гл
<i>Onobrychis arenaria</i>		+		+								Гл
<i>Seseli krylovii</i>				+	+							СПС (У)
<i>Thymus binervulatus</i>				+								СПС (У)
<i>Poa korshinskyi</i>				+								СПС (У)
<i>Astragalus silvesteppaceus</i>				+								СПС (У)
<i>Euphorbia korshinskyi</i>				+								СПС (У)
<i>Festuca gigantea</i>					+							Дл
<i>Geranium pseudosibiricum</i>					+							Пл

Примечание. Баллы встречаемости видов: + – редко (вид встречается с низким постоянством – + -I); ++ – спорадически (вид встречается со средним постоянством – II–III); +++ – обычен (вид встречается с высоким постоянством – IV–V). Эндемичные виды: СПС – скальные и петрофитностепные эндемики; Нем – неморальные эндемики; ГСК – скальные и горностепные эндемики; ШЛ – эндемики широколиственных лесов. Реликтовые виды: Гл – голоценовые реликты; Дл – доледниковые (плиоценовые) реликты; Пл – плейстоценовые реликты.

Представленность редких видов в выделенных типах сообществ неодинакова. Так, в сообществах 3 фитоценоза доля редкого компонента составляет более 30% (81 вид) ценофлоры, в сообществах 5 фитоценоза – около 17% (64 вида). Максимальное число редких видов представлено в сообществах 4 фитоценоза (98), что связано как с широким распространением данного типа, так и с относительно высоким видовым богатством сообществ.

В сообществах щебнистых осыпей на метаморфических породах, известняках, песчаниках и мергелях, отнесенных к первому фитоценозу, с наибольшим постоянством встречаются *Artemisia salsoloides*, *Astragalus helmii*, занесенные в КК РФ, *Elytrigia pruinifera*, *Linaria uralense*, занесенные в КК ОО, а также такие крайне редко встречающиеся виды, как *Convolvulus fruticosus*, *Goniolimon callicomum*. Отличительными особенностями является и присутствие узколокальных степных эндемиков *Onosma guberlinensis* и *Plantago krascheninnikovii*, плейстоценового реликта *Silene altaica*. Представленность группы реликтовых видов несколько ниже в сравнении с другими типами.

Общей чертой сообществ первого и второго фитоценоза является присутствие в составе редкого компонента видов сухих зональных степей *Stipa lessingiana*, *Stipa sareptana*, *Phlomis pungens*, *Astragalus wolgensis* и др.; видов-кальцефилов *Sterigmostemum*

tomentosum, *Cephalaria uralensis*; видов, находящихся на северном пределе распространения, *Hedysarum razoumouianum*, *Zygophyllum pinnatum*, в том числе эндемика Подуральского плато *Astragalus subarcuatus*.

В сообществах второго фитоценоза, приуроченных в основном к известняковым субстратам в пределах степной зоны и юга лесостепной зоны, в наибольшей степени представлены виды, занесенные в КК РФ – 17 из 18 видов, зафиксированных во всей ценофлоре каменистых степей. Данный тип сообществ практически не имеет уникальных редких видов, однако сочетание в составе редкого компонента видов сухих степей, кальцефилов, эндемиков Южного и Среднего Урала, а также пространственная приуроченность к зоне перехода степной и лесостепной зон определяют природоохранную ценность этих сообществ в целом.

Сообщества третьего фитоценоза характеризуются наиболее высоким постоянством петрофитных видов, встречающиеся по всей выборке и включенных в региональные красные книги (*Aster alpinus*, *Clausia aprica*, *Pulsatilla patens*, *Cotoneaster melanocarpus*), а также ряда других типичных петрофитов (*Thymus bashkiriensis*, *Dianthus acicularis*, *Artemisia frigida*). Это связано с особенностями местообитания (высокой степенью каменистости субстрата в сочетании со средним уровнем влагообеспеченности тер-

ритории произрастания). Пространственная приуроченность к области Зауральского пенеппена определяется присутствием западно-сибирских видов: *Bupleurum multinerve*, *Phlox sibirica*, *Patrinia sibirica*, а также высокое постоянство характерного вида североказахстанских степей *Stipa zalesskii*. Также на состав редкого компонента влияет характер горной породы. Преобладание местообитаний на изверженных и метаморфических породах определяет отсутствие кальцефильных видов. Высока доля реликтовых видов, она включает 7 плейстоценовых (*Bupleurum multinerve*, *Linaria debilis*, *Orostachys spinosa*, *Patrinia sibirica*, *Phlox sibirica*, *Potentilla sericea*, *Thalictrum foetidum*) и 24 голоценовых реликта (*Anemone sylvestris*, *Artemisia armeniaca*, *A. frigida*, *A. latifolia*, *A. sericea*, *Astragalus danicus*, *Dianthus versicolor*, *Echinops ruthenicus*, *Galium verum*, *Genista tinctoria*, *Gypsophila altissima* и др.). Эндемичный компонент представлен 18 видами скальных и каменистых эндемиков (*Astragalus karelinianus*, *Koeleria sclerophylla*, *Minuartia krascheninnikovii*, *Oxytropis gmelinii*, *Oxytropis approximata* и др.).

В сообществах каменистых вариантов богаторазнотравно-злаковых степей лесостепной зоны Предуралья, Урала и Зауралья, отнесенных к четвертому фитоценозу, число редких видов наиболее велико (98), при этом доля редкого компонента относительно невысока (21%). В группу редких входят как степные ксероomezофитные злаки (*Stipa pennata*, *S. dasphylla*, *Helictotrichon schellianum* и др.), виды лугово-степного разнотравья (*Oxytropis spicata*, *Polygala sibirica*, *Veronica spicata*) так и достаточно редко встречающиеся петрофиты (*Chrysanthemum zawadski*, *Minuartia krascheninnikovii*, *Phlox sibirica*, *Oxytropis kunguriensis*). Отличительной чертой фитоценоза является представленность ряда эндемиков Южного и Среднего Урала (*Thymus binervulatus*, *Poa korshinskyi*, *Astragalus silviteppaceus*, *Euphorbia korshinskyi*).

Наименьшее число редких видов (64) встречается в сообществах пятого фитоценоза, приуроченных к горно-лесной зоне Южного Урала и таежно-лесному поясу Среднего Урала, где степи представляют небольшие по площади участки на береговых склонах рек, вершинах и склонах гор южной экспозиции, окруженные лесной растительностью. Эти экстремальные сообщества носят реликтовый характер, что находит отражение в наибольшем количестве и постоянстве реликтовых видов как плейстоцена (*Allium obliquum*, *Artemisia santolinifolia*, *Geranium pseudosibiricum*, *Thalictrum foetidum*), так и голоцена (*Oxytropis pilosa*, *Phleum phleoides*, *Phlomis tuberosa*, *Poa transbaicalica*, *Seseli ledebourii*, *Spiraea crenata*, *Veronica spicata* и др.). Характерная особенность сообществ данного кластера – присутствие эндемика широколиственных лесов *Lathyrus litvinovii* и других лесных видов, что является следствием непосредственного контакта петрофитных степей с лесными сообществами.

Выводы

В результате анализа ценофлоры каменистых степей Южного и Среднего Урала выявлено 154 редких и нуждающихся в охране вида, реликта и эндемика, что составляет 20,8% всей ценофлоры. В их числе 18 видов, включенных в КК РФ. Редкие виды петрофитных степей составляют значительную долю

региональных Красных книг. Наибольшее число, 61 вид, включено в КК ОО (41,2% от общего числа охраняемых видов Оренбургской области). Выявлено произрастание 34 эндемичных видов, относящихся, преимущественно, к группе скальных и петрофитностепных эндемиков. В их числе представлены эндемиков Южного и Среднего Урала (*Thymus binervulatus*, *Astragalus silviteppaceus*, *Minuartia krascheninnikovii*), узколокальные эндемики Южного Урала (*Onosma guberlinensis*, *Plantago krascheninnikovii*) эндемик Подуральского плато *Astragalus subarcuatus*. Реликтовая флора насчитывает 42 вида. Большая часть из них (25 видов) относится к четвертичному периоду – голоцену (*Anemone sylvestris*, *Artemisia armeniaca*, *A. frigida*, *A. latifolia*, *A. sericea*, *Aster alpinus*, *Astragalus danicus*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Dianthus versicolor*, *Echinops ruthenicus*, *Galium verum*, *Genista tinctoria*, *Gypsophila altissima*, *Helictotrichon desertorum*, *Onobrychis arenaria*, *Onosma simplicissima*, *Oxytropis pilosa*, *Phleum phleoides* и др. Группа плейстоценовых реликтов представлена 13 видами (*Aconitum nemorosum*, *Aizopsis hybrida*, *Allium obliquum*, *Artemisia santolinifolia*, *Bupleurum multinerve*, *Geranium pseudosibiricum*, *Linaria debilis*, *Orostachys spinosa*, *Patrinia sibirica*, *Phlox sibirica*, *Potentilla sericea*, *Thalictrum foetidum*, *Silene altaica*).

Анализ ценофлоры выделенных типов петрофитных степей показал неоднородность редкого компонента и различную степень участия редких видов в сложении флористического состава сообществ. Наибольшая доля редких видов отмечена в сообществах 3 фитоценоза (более 30% – 81 вид), что связано с распространением на стыке степной и лесостепной зоны и произрастанием на известняковых субстратах. Максимальное число редких видов представлено в сообществах 4 фитоценоза (98) и обусловлено как широким распространением данного типа, так и относительно высоким видовым богатством сообществ.

Полученные данные подтверждают высокую природоохранную значимость петрофитных степей Южного и Среднего Урала и могут служить основой для формирования комплексной стратегии охраны этих сообществ.

Список литературы:

1. Кнорринг О.Э. Растительность западного склона Южного Урала в бассейне реки Большого Ика // Растительность Общего Сырта бассейна р. Большого Ика в пределах Башкирской АССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1932. 325 с.
2. Бобров Е.Г. Очерк растительности юго-западного Приуралья (из работ Юго-Восточной экспедиции Главного Ботанического Сада 1927 г.) // Известия Главного ботанического сада СССР. Л.: Изд-во Главного ботанического сада СССР, 1929. Т. 28, вып. 1–2. С. 41–74.
3. Крашенинников И.М., Кучеровская-Рожанец С.Е. Растительность Башкирской АССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 155 с.
4. Жудова П.П. Геоботаническое районирование Башкирской АССР. Уфа: Башкирское кн. издательство, 1966. 123 с.
5. Крылов Н.П. Материалы к флоре Пермской губернии. Казань // Тр. О-ва естествоиспыт. при Импер. Казанском ун-те. 1878. Т. 6, вып. 6. 76 с.

6. Коржинский С.И. Северная граница черноземно-степной области восточной полосы европейской России в ботанико-географическом и почвенном отношении. Ч. 2 // Тр. Об-ва естествоиспыт. при Имп. Казанском ун-те. 1891. Т. 22, вып. 6. С. 1–201.
7. Ямалов С.М., Миркин Б.М. Флористическая и географическая дифференциация настоящих и луговых степей Южного Урала // Растительный мир Азиатской России. 2010. № 2 (6). С. 56–63.
8. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л.: Наука, 1991. 146 с.
9. Свердловская область. Атлас: учеб. пособие / под ред. В.Г. Капустина и И.Н. Корнева. Екатеринбург: ФГУП «Уральская картографическая фабрика», 2003. 24 с.
10. Атлас Оренбургской области. Природа / под науч. ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибилёва. Оренбург: Орлит-А, 2005. 24 с.
11. Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Башкортостан, 2005. 420 с.
12. Global index of vegetation-plot databases: database of non-forest vegetation of South Ural [Электронный ресурс] // <https://www.givd.info/ID/00-RU-006>.
13. Tichy L. JUICE, software for vegetation classification // Journal Vegetation Science. 2002. № 13. P. 451–453. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x.
14. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001. 264 с.
15. Горчаковский П.Л. Основные проблемы исторической фитогеографии Урала // Тр. Ин-та экологии растений и животных. Урал. фил. АН СССР. Вып. 59. Свердловск: РИСО УФААН СССР, 1969. 207 с.
16. Куликов В.П. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург–Мирасс: Геотур, 2005. 537 с.
17. Князев М.С. Бобовые (Fabaceae Lindl.) Урала: видообразование, географическое распространение, историко-экологические свиты: дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2014. 607 с.
18. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области / П.В. Куликов, Н.В. Золотарева, Е.Н. Подгаевская; науч. ред. В.А. Мухин. Екатеринбург: Гощицкий, 2013. 612 с.
19. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. редкол.: Ю.П. Тругнев и др. М.: Тов-во науч. изд-ий КМК, 2008. 855 с.
20. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1: Растения и грибы / под ред. Б.М. Миркина. Уфа: МедиаПринт, 2011. 384 с.
21. Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / отв. ред. Н.С. Корытин. Екатеринбург: Баско, 2008. 256 с.
22. Красная книга Челябинской области [Электронный ресурс] // http://igz.ilmeny.ac.ru/RED_BOOK/rast_index.html.
23. Постановление Правительства Оренбургской области от 16 апреля 2014 года № 229-п «О Красной книге Оренбургской области».

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 17-04-00276а, 18-34-00237_мол_а и средств государственного бюджета (№ АААА-А18-118011990151-7).

RARE AND PROTECTION NEEDED SPECIES OF PETROPHYTIC STEPPES OF THE SOUTHERN AND MIDDLE URALS

© 2019

Yamalov Sergey Maratovich, doctor of biological sciences,
leading researcher of Wild-Growing Flora and Herbasceous Plants Introduction Laboratory

Lebedeva Maria Vladimirovna, candidate of biological sciences,
senior researcher of Tropical and Subtropical Plants Group

Golovanov Yaroslav Mikhailovich, candidate of biological sciences,
senior researcher of Wild-Growing Flora and Herbasceous Plants Introduction Laboratory

Petrova Maria Vladimirovna, postgraduate student
of Wild-Growing Flora and Herbasceous Plants Introduction Laboratory

*South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences
(Ufa, Russian Federation)*

Abstract. The paper reveals a rare component of stony steppes of the South and Central Ural Mountains of the rare and needing protection species to their different types. The authors establish that 154 rare and needing protection species, relicts and endemics grow on the stony steppes of the region. That makes 20,8% of all coenoflora. Among them 18 species are included in the Red List of the Russian Federation, 98 species are included in the regional Red Lists. The authors also revealed 34 endemic species relating, mainly to group of rocky and steppes endemics. The relic flora contains 42 species. The most part of them (25 species) belongs to the Holocene, the group of the pleistocene relicts is presented by 13 species. The analysis of coenoflora allowed to reveal features of rare species dividing into the communities that characterize different types of habitats. The greatest share of rare species is noted in communities of the South forest-steppe zone on calcareous substrates (more than 30% – 81 species). The obtained data confirm a high nature protection importance of the petrophytic steppes of the Southern and Central Urals and can form a basis for the complex strategy of protection of these communities.

Keywords: petrophytic steppes; stony steppes; rare species; petrophytic-steppe endemics; relict; Red Book; The Republic of Bashkortostan; Southern Ural; Middle Ural.