

ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ООПТ «УЧАСТОК ТИПЧАКОВО-КОВЫЛЬНОЙ ЦЕЛИННОЙ СТЕПИ» КАК ЭТАЛОННОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Я. А. Рязанова, О. А. Кузовенко, А. Ю. Баврина

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королева, Самара, Россия,
e-mail: samotueva99@mail.ru

ECOLOGICAL AND FLORAL CHARACTERISTICS SPNA “FESCUE-FEATHER VIRGIN STEPPE ZONE” AS A REFERENCE POLYGON FOR REMOTE STUDY OF STEPPE ECOSYSTEMS

Yana A. Ryazanova, Oksana A. Kuzovenko, Alina Y. Bavrina

Аннотация. Представлены результаты исследования особо охраняемой природной территории «Участок типчаково-ковыльной целинной степи» как одной из целинных степных территорий юга Самарской области, перспективной для дистанционного зондирования. В результате многолетних флористических исследований ранее был подготовлен конспект флоры, включающий 261 вид сосудистых растений, относящихся к 172 родам и 50 семействам. Наличие крупных популяций редких и исчезающих видов растений, охраняемых на федеральном и региональном уровне, свидетельствует о распространении здесь разнообразных степных сообществ. Территория памятника природы была рассмотрена с позиции изучения степных эталонных полигонов, с использованием современных методов дистанционного зондирования, которые позволяют осуществлять мониторинг состояния различных биоценозов. С целью подтверждения полученных результатов мониторинга полигоны были обследованы также традиционным маршрутным методом. Для каждого полигона сделаны описания растительных сообществ, произведен учет редких и исчезающих видов растений. Данные о флористическом составе и типе сообществ могут быть использованы для нахождения подобных целинных участков степей при помощи современных методов дистанционного зондирования. Исследованы также полигоны, не входящие в состав памятника природы, для некоторых из них даны рекомендации по присоединению к ООПТ.

Ключевые слова: Самарская область, флора, целинная степь, эталонные полигоны, дистанционное зондирование Земли, мониторинг, Красная

книга, антропогенная трансформация, редкие и исчезающие растения, космоснимки

Abstract. The results of the study of the specially protected natural area “Fescue-feather virgin steppe zone” as one of the virgin steppe territories of the south of the Samara region, promising for remote sensing, are presented. As a result of many years of floristic research, a summary of the flora was previously prepared, including 261 species of vascular plants belonging to 172 genera and 50 families. The presence of large populations of rare and endangered plant species protected at the federal and regional levels indicates the spread of diverse steppe communities here. The territory of the natural monument was considered from the perspective of studying steppe reference polygons, using modern remote sensing methods that allow monitoring the state of various biocenoses. In order to confirm the monitoring results, the landfills were also surveyed using the traditional route method. Descriptions of plant communities have been made for each polygon, and rare and endangered plant species have been accounted for. Data on the floral composition and type of communities can be used to find such virgin areas of the steppes using modern remote sensing methods. Polygons that are not part of the natural monument have also been studied, and recommendations for joining protected areas have been given for some of them.

Keywords: Samara Region, flora, virgin steppe, reference polygons, remote sensing of the Earth, monitoring, Red Book, anthropogenic transformation, rare and endangered plants, satellite images

Целинные степи юга Самарской области можно охарактеризовать как рефугиум биоразнообразия, стремительное исчезновение которого вызывает серьезное беспокойство. С каждым годом развитие сельского хозяйства неуклонно накладывает негативный отпечаток на степные ландшафты: площади распаханых территорий растут, нарастают процессы почвенной эрозии, аборигенные виды флоры вытесняются адвентивными. Эти процессы определяют серьезную необходимость изучения и сохранения оставшихся участков степей, где встречаются популяции редких и исчезающих видов флоры (Левыкин, 2015; Чибилев, 2016). Наиболее современным способом мониторинга таких сообществ становятся методы дистанционного зондирования Земли, позволяющие проводить исследования флористического покрытия с помощью космосъемки и БПЛА. Такие разносезонные снимки позволяют установить местоположение и фенотипические характеристики реперных локусов степных доминирующих видов с целью построения классификаторов для выявления участков с наиболее ценным флористическим составом и на других ООПТ Самарской области. Данная технология помогает оптимизировать наземные мониторинговые

исследования фиторазнообразия. Степные сообщества можно хорошо различить на снимках благодаря их приуроченности к определенным ландшафтам, кроме того визуальная различимость степей зависит от экологических условий, в которых они находятся (Geller и др., 2017; Stenzel и др., 2017).

В качестве объекта для дистанционного исследования целинных степных сообществ был выбран памятник природы (ПП) «Участок типчаково-ковыльной целинной степи», общей площадью 931,35 га, который находится на юге Самарской области, в 3 км к сев.-зап. от пос. Восточный Большечерниговского района. Официальный статус его утвержден постановлением Правительства Самарской области от 16 декабря 2013 г. № 768 (Особо..., 2018).

Данная территория представляет собой полого-увалистую местность, относящуюся к подзоне типчаково-ковыльных степей Заволжско-Уральской степной области (Петров, Терехина, 2017). Это подтверждается распространением здесь доминирующих растительных сообществ — сухих типчаково-ковыльных и разнотравно-типчаково-ковыльных степей, слагаемых *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin s. str., *Stipa capillata* L., *S. lessingiana* Trin. ex. Rupr., нередко в их составе можно встретить *S. pulcherrima* K. Koch. На пологих склонах находятся луговые и лугово-степные экосистемы, а также кустарниковые ассоциации, в которых преобладают: *Caragana frutex* (L.) K. Koch, *Spiraea crenata* L., *Amygdalus nana* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woł.) Klask. Основным водным ресурсом на ООПТ является пересыхающее русло р. Гусиха, где расположены обширные сообщества ив (*Salix alba* L., *S. triandra* L., *S. vinogradovii* A. K. Skvortsov). Почвенный покров представлен южными карбонатными черноземами, а также темно-каштановыми карбонатными почвами. Следует отметить солонцеватые почвенные комплексы, на которых обильно произрастают галофитные виды. Подавляющее большинство естественных сообществ исследуемой территории подвержено антропогенному влиянию, в их составе можно выявить произрастание синантропных и адвентивных видов растений. Несмотря на это, целинные степные сообщества пока остаются мало нарушенными с этой точки зрения (Кузовенко, Самотуева, 2022).

Материалы и методы. В ходе полевых исследований, проводимых в период с 2018 по 2024 г., осуществлено полное флористическое обследование растительного покрова ООПТ «Участок типчаково-ковыльной целинной степи».

В рамках действующей программы по сохранению биоразнообразия в Самарской области проводится наполнение региональной базы опорных полигонов.

На территории ООПТ выделяются участки естественной степной растительности (площадью 1 га), однородные по видовому составу и характеризующиеся схожим представлением на снимках дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). После наземного флористического обследования, подтверждающего ценность этого участка, его границы и описание заносятся в региональную базу опорных полигонов.

Первичное наполнение базы было произведено в 2018 г. и служило основой для обучения вегетационных классификаторов. В настоящей статье приводятся результаты обследования новых кандидатов на опорные полигоны в пределах территории ООПТ «Участок типчаково-ковыльной целинной степи», полученные с помощью анализа снимков с космического аппарата Sentinel-2 за период 2021–2023 гг. Для каждого вегетационного сезона производилось обучение классификатора растительности, а анализ результатов классификации позволял выделить области, сохраняющие номер класса на протяжении нескольких лет. Обширные области одного класса были выделены в качестве кандидатов на новые опорные полигоны.

Изучение полигонов проводилось маршрутным методом, который включал в себя геоботанические описания сообществ, фотоснимки характерных ландшафтов и редких видов растений. Маршрут выстраивался при помощи навигатора Garmin eTrex 20X GRS. В ходе экспедиционных исследований собрана обширная коллекция образцов сосудистых растений, насчитывающая свыше 650 гербарных листов. Весь гербарный материал хранится в фонде Самарского национального исследовательского университета (SMR). Для детерминации видов использовали специализированные определители (Маевский, 2014; Рябина, Князев, 2009; Цвелев, Пробатова, 2019) и изучали базу цифрового гербария МГУ (URL: <https://plant.depo.msu.ru/>).

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты полного флористического обследования различных сообществ, произрастающих на ООПТ «Участок типчаково-ковыльной целинной степи» были представлены в работе авторов (Рязанова, Кузовенко, 2024) в виде структурированного списка 261 вида сосудистых растений.

В рамках мониторинга целинных степных сообществ при помощи дистанционного зондирования для исследования были выбраны 11 эталонных полигонов, приведенные на космоснимке (рис. 1). Полигоны № 1–6, 8, 9 находятся в границах ООПТ «Участок типчаково-ковыльной целинной степи». Полигоны

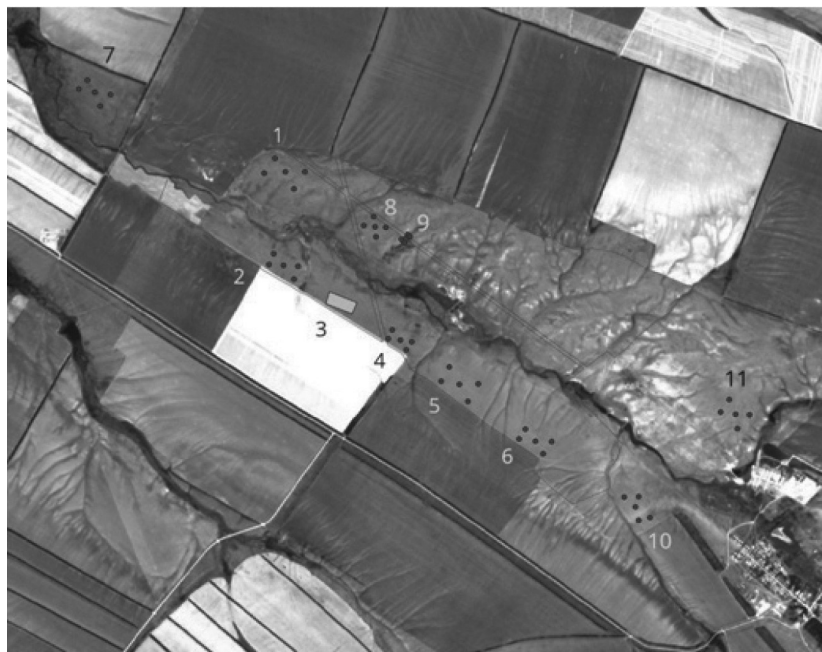


Рис. 1. Космоснимок Sentinel-2 (04.08.2023) эталонных полигонов на особо охраняемой природной территории «Участок типчаково-ковыльной целинной степи». Точки — границы полигонов

№ 7, 10, 11 являются сопредельными участками по отношению к территории ПП.

Ниже приведен перечень сосудистых растений, произрастающих в границах эталонных полигонов (табл. 1). В таблице таксоны ранга родов и видов расположены в порядке латинского алфавита. Номенклатура сосудистых растений дана в соответствии с базой International Plant Name Index (URL: <http://ipni.org>). Виды растений, занесенные в Красную книгу Самарской области (2017) и Красную книгу Российской Федерации (2023) отмечены значками «*» и «!» соответственно.

В ходе полевых исследований в пределах полигонов № 1–11, проведенных в 2024 г., были выявлены следующие растительные сообщества: сухая типчаково-ковыльная степь (полигоны № 1–9) в хорошем состоянии и разнотравно-типчаково-ковыльная степь (полигоны № 10–11) со следами адвентивизации.

ТАБЛИЦА 1. СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ООПТ
«УЧАСТОК ТИПЧАКОВО-КОВЫЛЬНОЙ ЦЕЛИННОЙ СТЕПИ
(РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ИССЛЕДУЕМЫМ ПОЛИГОНАМ)

Виды сосудистых растений	Номера исследуемых полигонов						
	1	2, 3, 4	5, 6	7	8, 9	10, 11	
<i>Achillea collina</i> J. Becker ex. Rchb.	+	+	+				
<i>Achillea nobilis</i> L.		+	+	+	+		+
<i>Achillea setacea</i> Waldst. et Kit.		+	+				+
* <i>Adonanthe volgensis</i> (Steven ex DC.) Chrtk et Slavíková		+		+			
<i>Agrimonia asiatica</i> Juz.					+		+
<i>Agropyron desertorum</i> (Link) Schult.	+	+	+		+		
<i>Agropyron pectinatum</i> (M. Bieb.) P. Beauv.		+		+	+		
<i>Allium flavescens</i> Besser		+		+	+		
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	+	+			+		
<i>Artemisia marschalliana</i> Spreng.		+			+		
<i>Artemisia pauciflora</i> Weber ex Stechm.				+			
<i>Artemisia pontica</i> L.	+	+			+		
<i>Artemisia santonica</i> L.	+		+	+			
<i>Astragalus austriacus</i> Jacq.		+	+	+			
* <i>Astragalus macropus</i> Bunge		+		+			
<i>Astragalus sareptanus</i> A. K. Becker			+	+	+		
<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.		+	+	+	+		
<i>Bassia prostrata</i> (L.) Beck.	+			+			
<i>Bromopsis australis</i> (Zhrebina) Tzvelev et Prob.		+			+		
<i>Carduus thoermeri</i> Weinm.			+		+		
<i>Centaurea apiculata</i> Ledeb.	+						+
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	+		+		
<i>Echinops meyeri</i> (DC.) Iljin			+	+	+		
<i>Elaeosticta lutea</i> (M. Bieb. ex Hoffm.) Kljuykov, Pimenov et V. N. Tikhom			+				
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+				+		+
* <i>Ephedra distachya</i> L.	+	+	+				
!* <i>Eriosynaphe longifolia</i> (Fisch. ex Spreng.) DC.		+		+			
<i>Eryngium planum</i> L.	+	+	+	+	+		+
<i>Erysimum marschallianum</i> Andrz.			+	+			
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.	+				+		
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	+	+	+		+		+
* <i>Ferula caspica</i> M. Bieb		+	+	+			

Виды сосудистых растений	Номера исследуемых полигонов						
	1	2, 3, 4	5, 6	7	8, 9	10, 11	
<i>*Ferula tatarica</i> Fisch. ex Spreng			+	+	+		
<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin s. str.	+	+	+	+	+	+	
<i>Gagea podolica</i> Schult. et Schult. f.	+			+			
<i>Galatella villosa</i> (L.) Rchb. f.	+	+		+	+		
<i>Galium ruthenicum</i> Willd.			+	+			
<i>Gypsophila volgensis</i> Krasnova	+			+			
<i>*Iris pumila</i> L.			+	+			
<i>Jurinea multiflora</i> (L.) B. Fedtsch.		+	+	+	+		
<i>Knautia arvensis</i> (L.) DC.	+			+			
<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C. A. Mey	+					+	
<i>*Lepidium coronopifolium</i> Fisch. ex Ledeb.			+		+		
<i>Limonium sareptanum</i> (A. K. Becker) Gams	+		+	+	+		
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	+	+			+		
<i>Medicago romanica</i> Prodan	+	+		+	+		
<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke			+		+		
<i>*Nepeta ucranica</i> L.	+	+	+	+			
<i>Nonea rossica</i> Steven					+	+	
<i>*Onosma iricolor</i> Klokov		+	+		+		
<i>*Ornithogalum fischeranum</i> Krasch.		+	+	+			
<i>Otites wolgensis</i> (Hornem.) Grossh.		+	+	+	+		
<i>*Palimbia turgaica</i> Lipsky ex Woronow		+	+	+	+		
<i>*Pastinaca clausii</i> (Ledeb.) Calest.		+	+	+			
<i>Phelipanche purpurea</i> (Jacq.) Sojak		+	+	+	+		
<i>Phlomis pungens</i> Willd.		+	+	+			
<i>Phlomoides desertorum</i> (P. A. Smirn.) Mavrodiev et Sukhor.		+		+			
<i>Picris rigida</i> Spreng.					+	+	
<i>Plantago stepposa</i> Kuprian.			+		+		
<i>Poa angustifolia</i> L.		+					
<i>Poa crispa</i> Thuill.		+	+	+	+		
<i>Polygonum aviculare</i> L.						+	
<i>Potentilla humifusa</i> Willd.	+	+	+	+	+		
<i>Potentilla supina</i> L.					+	+	
<i>Pseudolysimachion incanum</i> (L.) Holub	+			+			
<i>Pseudolysimachion maeoticum</i> (Klokov) Holub		+	+		+		
<i>Pseudopodospermum strictum</i> (Hornem.) Zaika, Sukhor. et N. Kilian (<i>Scorzonera stricta</i> Hornem.)	+	+		+	+		

Окончание табл. 1

Виды сосудистых растений	Номера исследуемых полигонов						
	1	2, 3, 4	5, 6	7	8, 9	10, 11	
<i>Salvia stepposa</i> Schost.	+	+	+	+	+		
<i>Salvia tesquicola</i> Klovov et Pobed.	+	+	+	+	+		
<i>Serratula cardunculus</i> (Pall.) Schischk.			+				
<i>Serratula erucifolia</i> (L.) Boriss.		+	+	+	+		
<i>Sisymbrium polymorphum</i> (Murray) Roth	+		+	+	+		
<i>Stipa capillata</i> L.		+	+	+	+		
<i>Stipa lessingiana</i> Trin. et Rupr.	+	+	+	+	+		
* <i>Stipa pulcherrima</i> K. Koch.	+						
<i>Tanacetum millefolium</i> (L.) Tzvelev		+		+			
<i>Taraxacum serotinum</i> (Waldst. et Kit.) Fisch.	+			+	+		
<i>Thymus stepposus</i> Klovov et Schost.							+
<i>Tragopogon dasyrhynchus</i> Artemczuk		+		+			
<i>Tragopogon orientalis</i> L.			+	+			
* <i>Trinia hispida</i> Hoffm	+	+	+	+	+		
!* <i>Tulipa schrenkii</i> Regel				+			
<i>Verbascum marschallianum</i> Ivanina et Tzvelev		+					
<i>Vicia cracca</i> L.							+

Полигоны № 1–6, 8, 9 представляют собой участки целинной степи, где произрастают редкие и исчезающие растения (10–12 видов): *Ferula caspica*, *Ornithogalum fischerianum*, *Nepeta ucranica*, *Onosma iricolor* и др.

На полигоне № 1 можно отметить большое проективное покрытие из *Euphorbia virgata*, *Artemisia santonica* и *Eryngium planum*, что свидетельствует о присутствии умеренного выпаса скота. С другой стороны, частичное вытаптывание дерновинных злаков способствует прорастанию семян таких растений, как *Trinia hispida*, *Palimbia turgica*, *Tulipa schrenkii*.

Полигон № 7 находится вне границ памятника природы, однако видовой состав флоры здесь гораздо богаче, чем на других участках. Кроме того, отмечены большие популяции *Eriosynaphe longifolia* и *Artemisia pauciflora*. На полигонах № 10–11 произрастает меньшее разнообразие дерновинных злаков и отмечаются синантропные виды, что может быть связано с близким расположением дорог и села. Еще одним фактором угнетения степных сообществ может выступать интенсивный выпас: вероятно, через эти полигоны регулярно проходит скот.

Заключение. Флористические исследования можно считать основополагающими для детального изучения растительного покро-

ва методом дистанционного зондирования Земли. Применение методики выделения полигонов на особо охраняемой природной территории с целью детального изучения их сообществ позволило получить важные результаты.

Ценность степных сообществ на эталонных полигонах подтвердилась полевыми исследованиями, что в дальнейшем дает возможность использовать эти данные для нахождения подобных целинных участков степей при помощи современных методов дистанционного зондирования. В качестве сравнения были также рассмотрены участки, не входящие в состав охраняемой территории, исследование которых позволяет подтвердить важность соблюдения природоохранного режима.

Полигон № 7 может быть рекомендован для присоединения к ООПТ «Участок типчаково-ковыльной целинной степи». К сожалению, сейчас почти по всей территории юга Самарской области ведется активная сельскохозяйственная деятельность. Распашке подвергаются не только участки, прилегающие к особо охраняемым природным территориям, но и целинные степи, расположенные в их границах (URL: <https://volga.news/article/726284.html>). В связи с этим необходимо осуществлять непрерывный мониторинг по выявлению подобных нарушений для обеспечения максимальной сохранности ценных растительных биоценозов, используя как наземные, так и дистанционные методы изучения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-11-20013 «Информационные технологии регионального мониторинга растительных сообществ на основе интеллектуального анализа данных дистанционного зондирования» (URL: <https://rscf.ru/project/23-11-20013>).

ЛИТЕРАТУРА

- В Самарской области распахали ценный памятник природы // сетевое издание «Информационный портал „Волга Ньюс“» // URL: <https://volga.news/article/726284.html> (дата обращения: 30.09.2024).
- Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов: монография / Под ред. С. А. Сенатора и С. В. Саксонова. Самара: Изд-во Самарской гос. обл. академии (Наяновой), 2017. 384 с.
- Кузовенко О. А., Самотуева Я. А. Флора особо охраняемой природной территории «Участок типчаково-ковыльной целинной степи»: современное состояние и антропогенная трансформация // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2022. № 1 (41). С. 11–23. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2022.41.2>.

- Левыкин С. В., Казачков Г. В., Яковлев И. Г., Грудинин Д. А. Новая оценка целины с позиций степеведения // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10 (185). С. 400–404.
- Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. М., 2014. 635 с.
- Национальный банк-депозитарий живых систем МГУ. [Электронный ресурс] // URL: <https://plant.depo.msu.ru/> (дата обращения: 15.09.2024).
- Особо охраняемые природные территории регионального значения Самарской области: материалы государственного кадастра. Самара, 2018. 377 с.
- Петров К. М., Терехина Н. В. Растительный покров России. СПб., 2017. 368 с.
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23.05.2023 № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации» (Зарегистрирован 21.07.2023 № 74362).
- Рябинина З. Н., Князев М. С. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. М., 2009. 758 с.
- Рязанова Я. А., Кузовенко О. А. Материалы к флоре особо охраняемой природной территории «Участок типчаково-ковыльной целинной степи» (Большечерниговский район, Самарская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2024. № 18 (3). С. 175–189. DOI: <https://doi.org/10.24412/2072-8816-2024-18-3-175-189>.
- Цвелев Н. Н., Пробатова Н. С. Злаки России. М., 2019. 646 с.
- Чибилев А. А. Степная Евразия: региональный обзор природного разнообразия. М., Оренбург, 2016. 324 с.
- Geller G. N., Halpin P. N., Helmuth B. et al. Remote sensing for biodiversity // The GEO handbook on biodiversity observation networks / M. Walters, R. J. Scholes. Springer, 2017. P. 187–210. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27288-7_8.
- International Plant Name Index. Accessed at: <https://www.ipni.org> (accessed on: 11.09.2024).
- Stenzel S., Fassnacht F. E., Mack B., Schmidtlein S. Identification of high nature value grassland with remote sensing and minimal field data // Ecological Indicators. 2017. Vol. 74. P. 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.005>.