



ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ АРЕАЛЫ РЕДКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ ВИДОВ РОДА *OXYTROPIS* НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Жигунова С.Н.*, Ахметова М.Р., Баишева Э.З., Широких П.С., Мулдашев А.А.

Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

*E-mail: Zigusvet@yandex.ru

POTENTIAL RANGES OF RARE ENDEMIC SPECIES OF THE GENUS *OXYTROPIS* IN THE SOUTHERN URALS

Zhigunova S.N.*, Akhmetova M.R., Baisheva E.Z., Shirokikh P.S., Muldashev A.A.

Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

*E-mail: Zigusvet@yandex.ru

Аннотация

Изменение климата может существенно влиять на распространение редких и эндемичных видов растений. Целью исследования был анализ потенциальных ареалов четырёх редких видов рода *Oxytropis* (*O. approximata*, *O. gmelinii*, *O. hippolyti*, *O. kungurensis*). Моделирование выполнено в программе MaxEnt с использованием климатических предикторов CHELSA Bioclim и почвенных данных SoilGrids. Наибольший вклад в модели вносят изотермальность, сезонность температуры, высота над уровнем моря, крутизна склонов и среднегодовая температура, отражающие континентальность климата и горный рельеф. Осадки засушливых периодов и почвенные характеристики указывают на приуроченность видов к сухим склонам и бедным, часто карбонатным почвам. Среди проанализированных видов наибольшими потенциальными ареалами характеризуются *O. hippolyti* и *O. kungurensis*. Для *O. hippolyti* высоко- и среднепригодные местообитания находятся преимущественно на Бугульмино-Белебеевской возвышенности. Потенциальные местообитания *O. kungurensis* сосредоточены на восточном макросклоне Южного Урала в пределах Республики Башкортостан и Челябинской области, локально в Свердловской области и Пермском крае. Ареалы *O. approximata* и *O. gmelinii* ограничены Южным Уралом.

Ключевые слова:

MaxEnt, изменение климата, потенциальный ареал, *Oxytropis*, пригодность среды обитания

Поступила в редакцию: 22.01.2026

Принято в печать: 24.02.2026

Abstract

Climate change can significantly affect the distribution of rare and endemic plant species. The aim of this study was to assess the potential ranges of four rare species of the genus *Oxytropis* (*O. approximata*, *O. gmelinii*, *O. hippolyti*, and *O. kungurensis*). Species distribution modeling was performed using MaxEnt with climatic predictors from CHELSA Bioclim and soil variables from the global SoilGrids database. The most influential predictors across all models include isothermality, temperature seasonality, elevation, slope steepness, and mean annual temperature, reflecting climatic continentality and mountainous terrain. Precipitation during the driest periods and soil properties indicate species affinity to dry slopes and nutrient-poor, often carbonate, soils. Among these endemic species, *O. hippolyti* and *O. kungurensis* exhibit the largest potential ranges. Highly and moderately suitable habitats for *O. hippolyti* are mainly confined to the Bugulma–Belebey Upland. Suitable habitats for *O. kungurensis* are concentrated on the eastern macroslope of the Southern Urals within the Republic of Bashkortostan and Chelyabinsk Region, with isolated areas in Sverdlovsk Region and Perm Krai. The potential ranges of *O. approximata* and *O. gmelinii* are restricted to the Southern Urals.

Keywords:

MaxEnt, climate change, potential range, *Oxytropis*, habitat suitability

Received: 22.01.2026

Accepted: 24.02.2026

Цитировать | Cite as

DOI: <http://doi.org/10.31163/2618-964X/2026-6> EDN: <https://www.elibrary.ru/ndaikv>

ВВЕДЕНИЕ

Редкие виды являются наиболее уязвимыми компонентами растительных сообществ, поскольку они, как правило, произрастают в местообитаниях с ограниченным диапазоном климатических и эдафических условий. Взаимосвязь климатических факторов и размера экологической ниши видов имеет важное значение для оценки перспектив дальнейшего

существования редких видов растений и повышения эффективности их охраны. Особенно это актуально в настоящее время, когда биоразнообразие меняется в результате изменения климата. Исследования показали, что повышение среднегодовой температуры всего на 2°C для 16% видов растений может сократить потенциальные ареалы более чем на 50% [Warren *et al.* 2018]. За последние 100 лет на Южном Урале наблюдались повышение среднегодовой температуры на 1.4–1.5°C и значительный рост суммы средних суточных температур выше 0°C и выше 10 °C [Катцов 2022; Kamalova *et al.* 2024].

В Красную книгу Республики Башкортостан (РБ) включено семь эндемичных видов рода *Oxytropis* (Fabaceae): *O. approximata* Less., *O. baschkirensis* Knjasev, *O. glabra* (Lam.) DC., *O. gmelinii* Fisch. ex Boriss., *O. hippolyti* Boriss., *O. kungurensis* Knjasev и *O. sordida* (Willd.) Pers. При этом, для *O. baschkirensis*, *O. glabra* и *O. sordida* республике известно всего 5, 3 и 2 локалитета, соответственно, что говорит об их крайне ограниченном распространении в РБ. Малое количество известных местообитаний не позволяет провести моделирование потенциальных ареалов этих видов. *O. glabra* является южносибирско-средне- и центральноазиатским степным видом, который в РБ известен только по гербарным образцам и после 30-х гг. XX в. не обнаруживался [Мартыненко 2021]. Популяции *O. baschkirensis* в РБ описаны в Башкирском Предуралье на шиханах Тратау и Шахтау, также выявлены в Буздякском и Учалинском районах. Они находятся под постоянным контролем ботаников, которые изучают динамику численности и онтогенетической структуры популяций этих видов, а также предпринимают попытки интродукции, реинтродукции и получения растений-регенерантов этого вида [Маслова *и др.* 2011; Зинатуллина 2014]. *O. sordida* – евразийский арктоальпийский вид, распространенный в тундровой зоне, гольцовом и подгольцовом поясах в Евразии, а в РБ описано только две находки этого вида в центрально-возвышенной части Южного Урала на горах Шатак и Машак [Мартыненко 2021].

Моделирование потенциальных ареалов проводилось с использованием программного обеспечения MaxEnt для четырех видов (*Oxytropis approximata*, *O. gmelinii*, *O. hippolyti* и *O. kungurensis*). Целью исследования было оценить современные потенциальные ареалы и экологические ниши этих видов. Предыдущие исследования изученных видов рода *Oxytropis* были сосредоточены на биологии, биохимии, генетике, распространении видов [Филиппов *и др.* 1998; Князев 2005, 2023; Арсланова, Калашник 2012; Кутлуахметов *и др.* 2013; Ильина 2019; Баймиев *и др.* 2020; *и др.*], а также на структуре популяций в разных частях ареалов видов [Маслова *и др.* 2005, 2018; Елизарьева, Маслова 2011; Мулдашев *и др.* 2011; Галикеева, Маслова 2015]. Моделирование потенциальных ареалов изученных видов *Oxytropis* ранее не проводилось, однако подобная работа была проведена учеными на других редких видах *Oxytropis*, произрастающих на территории Центральной Азии [Санданов *и др.* 2020]. По-видимому, основными факторами, ограничивающими распространение этих видов, являются низкая конкурентоспособность, слабая экологическая пластичность, низкая реальная семенная продуктивность и чувствительность к антропогенному воздействию (например, степным пожарам, перевыпасу, рекреации) [Мулдашев *и др.* 2004, 2019; Маслова *и др.* 2005; Галикеева, Маслова 2017]. Изменение климата, особенно в таких быстрых темпах, как в настоящее время, может значительно ухудшить состояние природных популяций данных видов и даже создать угрозу их существованию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Остролодочник Ипполита (*Oxytropis hippolyti* Boriss.) – многолетний травянистый стержнекорневой розеточный каудексообразующий поликарпик до 40–45 см высотой с бледно-

желтыми цветками. Этот эндемичный для Заволжья и Южного Урала вид произрастает в лесостепной зоне на склонах южных экспозиций в составе сообществ луговых и каменистых степей с разреженным травянистым покровом. В РБ вид находится на восточной границе ареала, в Красной книге РБ [Мартыненко 2021] отнесен к категории 3 – редкий вид. Также вид включен в Красные книги РФ [Гельтман 2024], Республики Татарстан [Щеповских 2006], Самарской области [Сенатор, Саксонов 2017], Оренбургской области [Белов 2019] и охраняется в Ульяновской области [Корепов и др. 2025].

Остролодочник кунгурский (*Oxytropis kungurensis* Knjasev) – многолетний травянистый стержнекорневой розеточный каудексообразующий поликарпик высотой 10–25 см с розово-фиолетовыми цветками. Встречается на скальных выходах среди каменистых степей; на органогенно-щебнистых и слаборазвитых черноземовидных каменистых почвах на породах различного состава (туфы андезитового и базальтового состава, известняки и пр.). Растения популяции на хребте Машак имеют экологические (обитают на базальтовых скалах в подгольцовом поясе на высоте 1250 м над ур. м.) и морфологические особенности. *O. kungurensis* – эндемик Южного Урала и Среднего Предуралья, в Красной книге РБ [Мартыненко 2021] отнесен к категории 2 – вид, сокращающийся в численности. Включен в Красные книги Пермского края [Бакланов 2018], Челябинской области [Лагунов 2017], Свердловской области [Корытин 2018], В РБ *O. kungurensis* обнаружен в 15 пунктах: в Учалинском (окрестности озера Аушкуль, окрестности д. Кучуково, гора Бузхангай и др.) и Белорецком (хребет Машак) районах [Мартыненко 2021].

Остролодочник сближенный (*Oxytropis approximata* Less.) – многолетний травянистый стержнекорневой розеточный каудексообразующий поликарпик высотой 25–30 см с бледно-желтыми цветками с грязно-фиолетовым пятном на верхушке верхнего лепестка венчика (флага). Встречается в типчаково-разнотравных каменистых степях на известняках и туфовых породах. Растет на склонах южной экспозиции. *O. approximata* – южноуральский эндемичный горно-лесостепной вид, отнесен в Красной книге РБ [Мартыненко 2021] к категории 2 – вид, сокращающийся в численности. Также вид включен в Красную книгу Челябинской области [Лагунов 2017]. В РБ вид встречается только на восточном макросклоне Южного Урала в Учалинском районе [Мартыненко 2021].

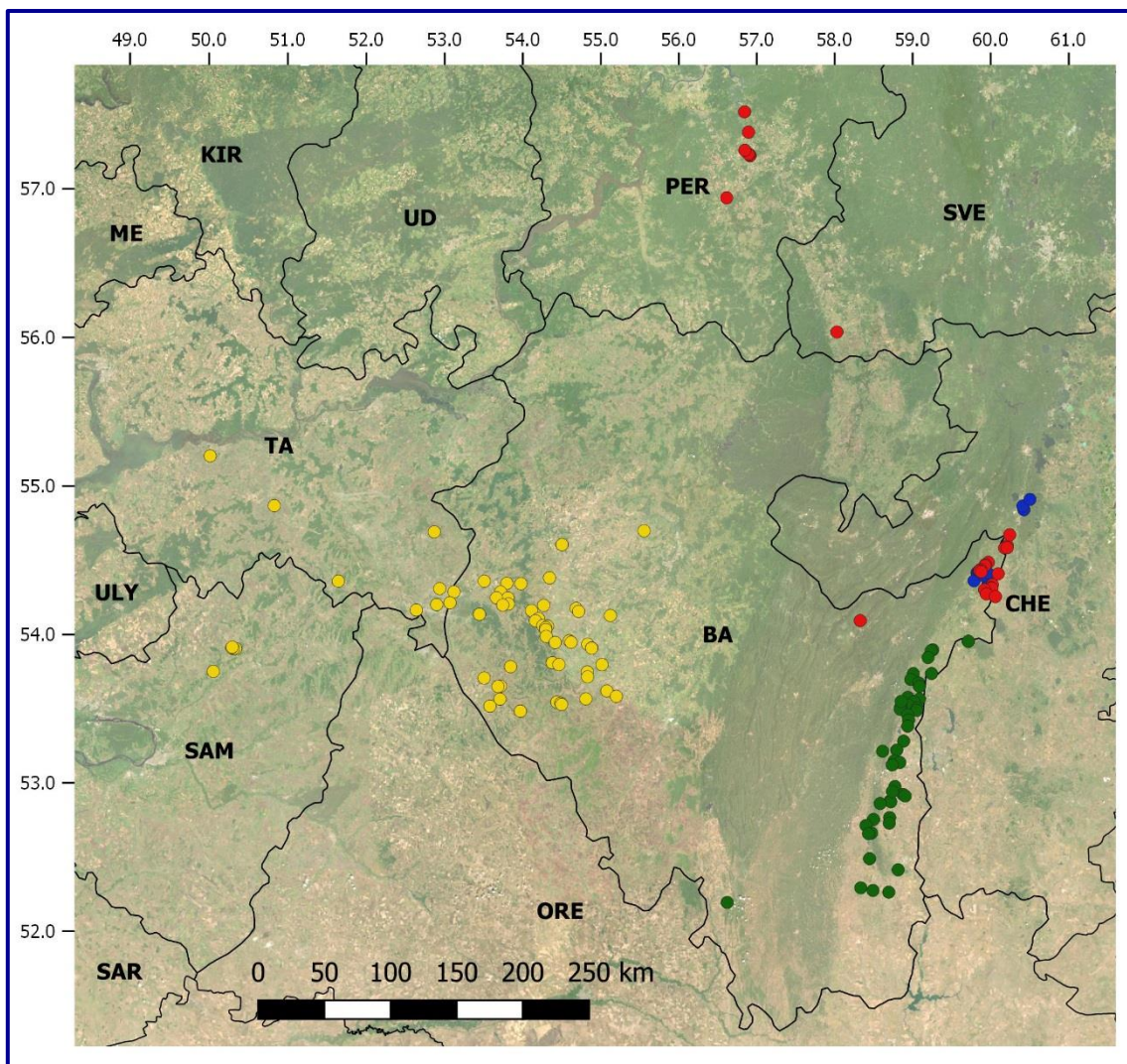
Остролодочник Гмелина (*Oxytropis gmelinii* Fisch. ex Boriss.) – многолетний травянистый стержнекорневой розеточный каудексообразующий поликарпик высотой 15–30 см с бледно-желтыми цветками. Произрастает преимущественно на основных породах, главным образом, базальтах, туфах различного состава, яшмоидах; встречается в каменистых степях, по световым склонам; на слаборазвитых черноземовидных каменистых и органогенно-щебнистых почвах. *O. gmelinii* – эндемик Южного Урала, отнесен в Красной книге РБ [Мартыненко 2021] к категории 5 – восстанавливающийся вид. Включен в Красную книгу Челябинской области [Лагунов 2017]. Также вид нуждается в особом контроле за его состоянием в природной среде в Оренбургской области [Белов 2019].

Моделирование потенциальных ареалов *Oxytropis* проводилось методом максимальной энтропии в MaxEnt v3.4.4. В качестве исходного материала для моделирования были использованы данные о местонахождениях видов с точными геопривязками, взятые из базы Гербария УИБ УФИЦ РАН (UFA), а также данные GBIF (<https://www.gbif.org>) [Global Biodiversity Information Facility 2021] (Рис. 1). Точность геопривязанных точек составляла не более 100 метров. Расстояние между геопривязанными точками составляло не менее 1 км, для исключения попадания двух локалитетов в один пиксель раstra. Для моделирования потенциальных ареалов *O. hippolyti* использовали

62 геопривязанных местонахождения (локалитетов) вида в РБ, Самарской области и Республики Татарстан, *O. kungurensis* – 26 локалитетов в РБ, Челябинской, Свердловской областях и в Пермском крае, *O. gmelinii* – 50 локалитетов в РБ и Челябинской области, *O. approximata* – 13 локалитетов в РБ и Челябинской области.

Рисунок 1. Локалитеты популяций видов рода *Oxytropis*: *O. approximata* (синие точки), *O. gmelinii* (зеленые точки), *O. hippolyti* (желтые точки) и *O. kungurensis* (красные точки):

Figure 1. Localities of populations of species of the genus *Oxytropis*: *O. approximata* (blue dots), *O. gmelinii* (green dots), *O. hippolyti* (yellow dots) and *O. kungurensis* (red dots):



Сокращенные наименования регионов России: BA – Республика Башкортостан, CHE – Челябинская область, KIR – Кировская область, ME – Республика Марий Эл, ORE – Оренбургская область, PER – Пермский край, SAM – Самарская область, SAR – Саратовская область, SVE – Свердловская область, TA – Республика Татарстан, UD – Республика Удмуртия, ULY – Ульяновская область.

Abbreviated names of Russian regions: BA – Republic of Bashkortostan, CHE – Chelyabinsk region, Kir – Kirov region, ME – Republic of Mari El, ORE – Orenburg Region, PER – Perm Territory, SAM – Samara Region, SAR – Saratov Region, SVE – Sverdlovsk Region, TA – Republic of Tatarstan, UD – Republic of Udmurtia, ULY – Ulyanovsk region.

В качестве предикторов при моделировании климатических переменных мы использовали набор климатических переменных Bioclim из базы данных CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas) [Booth *et al.* 2014; Karger *et al.* 2017]. Для характеристики почв местообитаний использовались растровые карты почв глобальной цифровой системы почвенного

картирования SoilGrids [SoilGrids n.d.; Poggio *et al.* 2021]. В качестве приблизительной характеристики крутизны склона использовался слой разности между максимальной и минимальной высотой [Danielson, Gesch 2011]. Растры, используемые для моделирования, исходно имели разное разрешение, но были приведены к единому разрешению – 30 угловых секунд.

Для моделирования были выбраны переменные с коэффициентами корреляции ниже 0.8. В случае коэффициента корреляции больше 0.8 или меньше -0.8 одна из переменных исключалась для предотвращения мультиколлинеарности и переобучения модели [Dormann *et al.* 2013]. При этом, предпочтение для дальнейшего использования отдавалось переменным с большим вкладом в модель, выявленным на предварительном этапе. Для статистической оценки модели применен показатель AUC (Area under Curve of the Received Operating Characteristic) [Swets 1988]. Мы использовали следующие настройки MaxEnt: количество повторений – 5, максимальное количество итераций – 1000, формат вывода – «cloglog». Вывод «cloglog» даёт оценку пригодности местообитаний от 0 (полностью непригодно) до 1 (полностью соответствует оптимуму вида). Для оценки надежности предикторов в модели использовались стандартные тесты MaxEnt (jackknife, permutation importance и percent contribution). В качестве нижнего предела пригодности среды обитания мы использовали порог «Maximum test sensitivity plus specificity» [Liu *et al.* 2016]. В итоговых моделях значения пригодности местообитаний, превышающие нижний порог пригодности, были разделены на три равные группы: низкую, среднюю и высокую. Пригодность местообитаний в локалитетах и площади, занимаемые местообитаниями низкой, средней и высокой пригодности, рассчитывались по растровым картам, полученным в результате моделирования с помощью модуля «Зональная статистика» в QGIS версии 3.14.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты моделирования четырех видов р. *Oxytropis* представлены на рисунке 2. Полученные модели потенциальных ареалов имели высокие значения AUC, свидетельствующие о высоком качестве предсказания. Вклад климатических и эдафических предикторов в модели потенциальных ареалов изученных видов рода *Oxytropis* представлен в таблице 1. Изотермальность и сезонность температуры, характеризующие континентальность климата, имеют большой вклад в модели потенциальных ареалов всех изученных видов. Большой вклад в модель всех видов имеет среднегодовая температура. Количество осадков в самый засушливый месяц и в самый сухой квартал отражают приуроченность этих видов к сухим склонам. Разница между максимальной и минимальной высотой в пределах пикселя ($h_{\text{макс-мин}}$), имеющая высокий вклад в модели потенциальных ареалов всех четырех видов, а также высота над уровнем моря характеризуют приуроченность этих видов к горным местообитаниям. Вклад почвенных факторов в распространение изученных видов р. *Oxytropis* косвенно указывает на произрастание на бедных почвах. При этом влияние факторов богатства почв азотом и органическим углеродом на остролодочники неоднозначно. Изученные остролодочники в большинстве случаев не произрастают на богатых почвах, так как не выдерживают задернения почвы и конкуренции с другими видами. Но при этом, в условиях ботанических садов при регулярном пропалывании успешно культивируются на более богатых почвах. В естественных условиях, при умеренном антропогенном воздействии, например, при небольшом выпасе, остролодочники могут расти и на более богатых почвах. Поэтому в случае *O. hippolyti*, *O. gmelinii* и *O. kungurensis* из-за относительно широкого диапазона богатства почвы эти предикторы не имели или имели небольшой вклад в модели. По jackknife-тесту вклад этих факторов также был небольшой. В случае *O. approximata* все известные немногочисленные локалитеты были приурочены к бедным почвам,

поэтому вклад в модель фактора богатства почвы больше, чем у других видов. Показатель каменистости почв имеет вклад в модели потенциальных ареалов *O. approximata* и *O. gmelinii*. Показатель ёмкости катионного обмена почв оказывает влияние на распространение *O. hippolyti* и *O. gmelinii*, что отражает бóльшую приуроченность этих видов к склонам с выходами карбонатных пород и известняков.

Таблица 1. Вклад климатических и эдафических предикторов в модели потенциальных ареалов изученных видов рода *Oxytropis*

Table 1. Contribution of climatic and edaphic predictors to models of potential ranges of the studied species of the genus *Oxytropis*

Предикторы	<i>Oxytropis hippolyti</i>		<i>Oxytropis kungurensis</i>		<i>Oxytropis approximata</i>		<i>Oxytropis gmelinii</i>	
	1*	2	1	2	1	2	1	2
Сезонность температуры	15.4	25.7	28.4	46.3	3.3	29.7	17	16.2
Минимальная температура самого холодного месяца	0.3	22.5	5.4	44	7.1	–	2.9	39.7
Среднегодовая температура	1.0	45.5	0.1	3.4	37.5	34.8	0.5	35.9
Количество осадков в самый засушливый месяц	19.5	0	23.5	1.2	0	–	17.5	0.1
Изотермальность	13.2	0	16.6	0	1.3	11.9	15.3	0
Годовая амплитуда температур	–	–	–	–	6.1	20.7	0.1	0.8
Количество осадков в самом сухом квартале	4.5	1.6	–	–	0.2	0	0.1	0
Среднегодовая среднесуточная амплитуда	–	–	0.6	0	0.6	0	2.2	1.1
Годовое количество осадков	–	–	1	0.1	–	–	1.3	0.1
Сезонность осадков	0.9	0.1	–	–	–	–	1.5	0
Количество осадков в самом влажном месяце	1.4	0.4	–	–	0.8	0.1	–	–
Количество осадков в самом холодном квартале	–	–	–	–	5.4	0.3	0.5	1.2
Средняя температура самого влажного квартала	0.6	0	–	–	0.1	0	0.1	0.1
Количество осадков в самом теплом квартале	–	–	0.3	0.3	–	–	–	–
Средняя температура самого холодного квартала	–	–	0.5	0	1.7	0	–	–
Сезонность осадков	–	–	0.2	0.1	–	–	–	–
Средняя температура самого сухого квартала	–	–	–	–	–	–	0.1	0.2
Катионообменная емкость почвы в горизонте 0-5 см	0.4	0.2	0.1	0	–	–	0.1	0.1
Катионообменная емкость почвы в горизонте 5-15 см	0.1	0.2	0.6	0	–	–	–	–
Катионообменная емкость почвы в горизонте 15-30 см	25.5	02	11	0.1	–	–	12.6	0
Катионообменная емкость почвы в горизонте 30-60 см	0.1	0.2	–	–	–	–	–	–
Содержание азота в почве в горизонте 5-15 см	–	–	–	–	5.2	0.1	–	–
Содержание азота в почве в горизонте 30-60 см	–	–	1	0	2.4	0	–	–
Плотность органического углерода в горизонте 0-30 см	0.8	0.4	0.2	0.2	3.8	0	6.7	0.5
Содержание органического углерода в мелкоземной фракции в горизонте 0-5 см	–	–	–	–	17.2	1.1	0.4	0.6
Содержание органического углерода в мелкоземной фракции в горизонте 5-15 см	0.3	0.4	0.6	0	–	–	0.2	0
Каменистость почв (Объемная доля крупных фрагментов (> 2 мм))	–	–	–	–	0.8	0	0.3	0.2
Перепад высот в пределах пикселя	15.8	2.5	12.7	0.3	0.2	0	0.3	0
Высота над уровнем моря (max)	0.1	0	7	3.8	2.2	1.4	11.6	3.1
Высота над уровнем моря (min)	–	–	–	–	4.2	0	8.5	0.1

Примечание: * 1 – вклад предиктора в модель, 2 – значение предиктора по тесту перестановок.

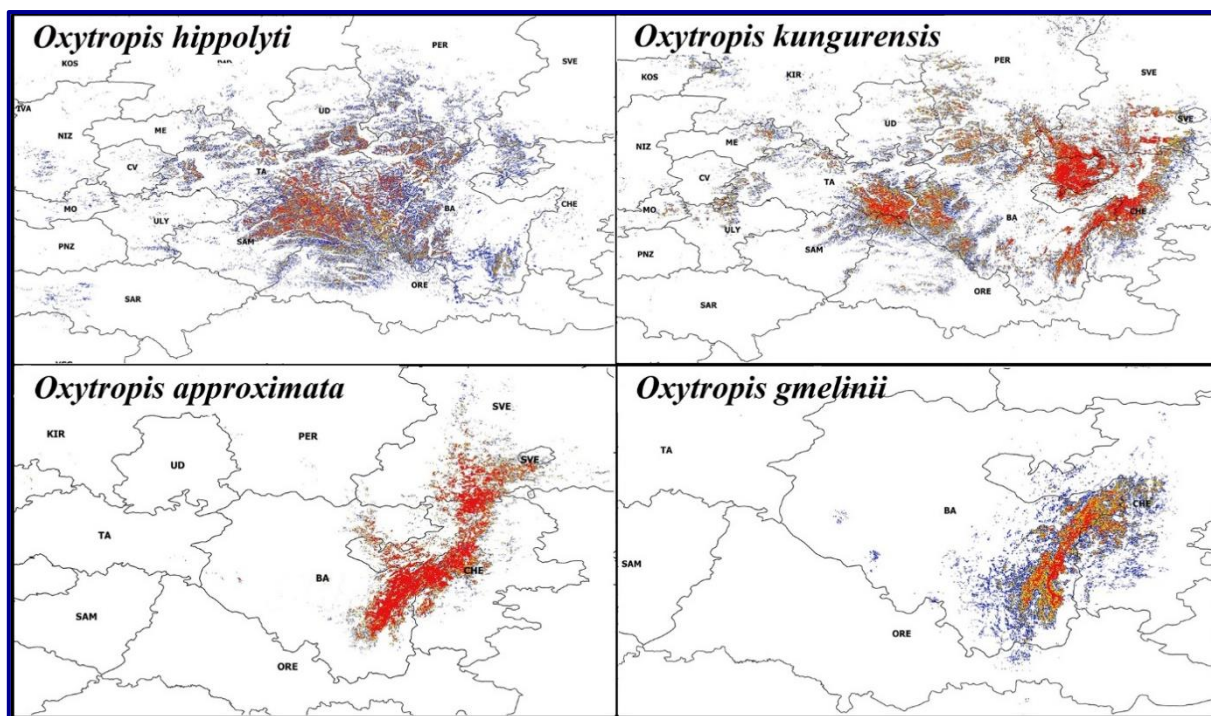
Наиболее обширным потенциальным ареалом обладают *O. hippolyti* и *O. kungurensis*. Область с высоко- и среднепригодными местообитаниями для произрастания *O. hippolyti* преимущественно ограничена Бугульмино-Белебеевской возвышенностью, охватывает Башкирское Предуралье, восточную часть Республики Татарстан и северо-восточную часть Самарской области. Также высокопригодные местообитания встречаются в северной части Оренбургской области и в Республике Удмуртия, в которых популяции данного вида не обнаружены. На северо-востоке Ульяновской области, где описана одна популяция этого вида [Князев 2023], есть небольшая область с низко- и среднепригодными местообитаниями, находящаяся на значительном расстоянии от основной области потенциального ареала вида. Данная точка присутствия вида не была

использована при моделировании, так как не было точных координат. Поэтому наличие по результатам моделирования пригодных для произрастания вида участков в этом регионе свидетельствует о хорошем результате моделирования.

Довольно обширный потенциальный ареал *O. hippolyti*, значительно превышающий площадь реального распространения вида, свидетельствует о том, что климатические и эдафические характеристики являются не единственными факторами, лимитирующими его распространение. Климатически-обусловленное влияние проявляется только в участившихся степных пожарах, возникающих в результате длительных летних засух [Мулдашев *и др.* 2014; Ильина 2019; Егорова, Ахмадуллин 2021]. Косвенно данный фактор возникновения степных пожаров можно связать с фактором количества осадков в самый засушливый месяц, который имеет большой вклад в модель потенциального ареала *O. hippolyti*. Важными факторами, ограничивающими распространение *O. hippolyti*, являются антропогенное влияние (чрезмерный выпас, уничтожение степных местообитаний) и биологические особенности вида, такие как слабая конкурентоспособность и низкая реальная семенная продуктивность [Маслова *и др.* 2018]. Для популяций этого вида свойственно длительное накопление взрослых особей, поэтому даже при незначительном увеличении антропогенной нагрузки на местообитания возобновление популяции может значительно снижать темпы [Ильина 2019].

Рисунок 2. Потенциальные ареалы изученных редких видов рода *Oxytropis*:

Figure 2. Potential ranges of the studied rare species of the genus *Oxytropis*:



Красным цветом отмечены местообитания с высокопригодными, желтым – со среднепригодными, синим – низкопригодными условиями). Сокращенные наименования регионов России: BA – Республика Башкортостан, CHE – Челябинская область, CV – Республика Чувашия, IVA – Ивановская область, KIR – Кировская область, KOS – Костромская область, ME – Республика Марий Эл, MO – Республика Мордовия, NIZ – Нижегородская область, ORE – Оренбургская область, PER – Пермский край, PNZ – Пензенская область, SAM – Самарская область, SAR – Саратовская область, SVE – Свердловская область, TA – Республика Татарстан, UD – Республика Удмуртия, ULY – Ульяновская область.

Habitats with highly suitable conditions are marked in red, yellow – with medium-suitable conditions, blue – with low-suitable conditions). Abbreviated names of Russian regions: BA – Republic of Bashkortostan, CHE – Chelyabinsk region, CV – Republic of Chuvashia, IVA – Ivanovo region, KIR – Kirov region, KOS – Kostroma Region, ME – Republic of Mari El, MO – Republic of Mordovia, NIZ – Nizhny Novgorod Region, ORE – Orenburg Region, PER – Perm Krai, PNZ – Penza region, SAM – Samara region, SAR – Saratov region, SVE – Sverdlovsk region, TA – Republic of Tatarstan, UM – Republic of Udmurtia, ULY – Ulyanovsk region.

Местообитания с высоко- и среднепригодными условиями для произрастания *O. kungurensis* сосредоточены на восточном макросклоне Южного Урала в пределах РБ и Челябинской области, а также на отдельных участках вдоль хребтов в северной части Свердловской области и в Пермском крае. В Свердловской области до настоящего времени популяции данного вида не были обнаружены. На Бугульмино-Белебеевской возвышенности, где также выделяются области с высокопригодными местообитаниями для *O. kungurensis*, популяции данного вида не выявлены, однако произрастают близкородственные виды рода *Oxytropis*. Также, как и у *O. hippolyti*, значительное превышение потенциального ареала над реальным распространением *O. kungurensis* объясняется биологическими особенностями вида (низкая конкурентоспособность, особенно при совместном произрастании с дерновинными злаками), низкая реальная семенная продуктивность) и антропогенным воздействием (например, чрезмерный выпас, добыча строительного камня в окрестностях озера Карагайкуль, посадки древесных пород в степях на горе Бузхангай) [Мартыненко 2021]. Также это усугубляется стеноотпностью вида, так как *O. kungurensis* в РБ приурочен исключительно к базитам и известнякам, которые имеют ограниченное распространение и небольшие локальные выходы на восточном макросклоне Южного Урала. При этом, локальные засухи, которые значительно участились в результате изменения климата, также имеют негативное влияние на численность и жизнеспособность популяций этого вида [Галикеева, Маслова 2017; Мулдашев и др. 2019].

Потенциальный ареал *O. approximata* ограничен Южным Уралом в пределах РБ и северо-западной части Челябинской области. Моделирование потенциального ареала этого вида было проведено на ограниченном числе геопривязанных местонахождений (13 локалитетов). Вид впервые был описан в Ильменских горах в Челябинской области, где известен из 2 пунктов. В РБ обнаружен в 7 пунктах в северной части Учалинского мелкосопочника [Мулдашев и др. 2016]. При этом в результате моделирования высокопригодные местообитания выделены вдоль всего восточного макросклона Южного Урала. Вероятно, крайне ограниченное распространение вида объясняется его биологическими особенностями (слабым возобновлением и низкой реальной семенной продуктивностью) и антропогенным влиянием (уничтожение степей, чрезмерный выпас, рекреация) [Мартыненко 2021]. В настоящее время *O. approximata* отнесен к приоритетным видам степной зоны РБ, нуждающимся в реинтродукции. Имеется положительный опыт реинтродукции этого вида на хребте Малый Ирландык в Учалинском районе РБ [Мулдашев и др. 2016]. Полученная карта потенциального ареала вида позволит подбирать местообитания с наиболее подходящими для него климатическими и почвенными условиями произрастания для дальнейшей реинтродукции.

Наиболее узкий потенциальный ареал имеет *O. gmelinii*. Высокопригодные местообитания сосредоточены на восточном макросклоне Южного Урала в пределах РБ и западной части Челябинской области. На западном макросклоне Южного Урала известно только одно местонахождение этого вида на горе Маяктау в Кугарчинском районе РБ [Мулдашев и др. 2011]. Эта популяция изолирована от основного ареала вида более чем на 100 км. При моделировании установлено, что данная популяция находится в местообитании с низкопригодными условиями, однако популяционные исследования показали удовлетворительное состояние этой популяции при достаточно большом количестве генеративных особей, обеспечивающих семенное размножение [Мулдашев и др. 2011]. Это может говорить о частичном ограничении данного метода, так как для моделирования использовались растровые карты с размером пикселя 30 угловых секунд, что часто недостаточно для отражения всей мозаичности почвенных условий, влияющей на пригодность местообитаний для произрастания вида. В средней части Оренбургской области

(Кувандыкский городской округ) [Белов 2019], где описана еще одна популяция *O. gmelinii*, имеются небольшие участки со среднепригодными условиями для произрастания этого вида.

В таблице 2 представлены некоторые биоклиматические факторы местообитаний изученных видов рода *Oxytropis*, рассчитанные в известных локалитетах.

Таблица 2. Биоклиматические факторы известных местообитаний видов рода *Oxytropis* **Table 2. Bioclimatic factors of known habitats of species of the genus *Oxytropis***

Биоклиматические факторы	<i>Oxytropis hippolyti</i>	<i>Oxytropis kungurensis</i>	<i>Oxytropis approximata</i>	<i>Oxytropis gmelinii</i>
Среднегодовая температура, °С	2.4±0.2 (-1.8–2.9)	2.2±0.1 (0.8–2.9)	2.1±0.1 (-0.8–3.4)	2.4±0.2 (-1.8–2.9)
Максимальная температура самого теплого месяца, °С	23.1±0.2 (18.2–23.7)	22.8±0.2 (21.2–23.5)	23.1±0.1 (19.7–25.2)	23.1±0.2 (18.2–23.7)
Минимальная температура самого холодного месяца, °С	-17.0±0.2 (-20.7--15.9)	-17.5±0.1 (-18.6--16.8)	-18.0±0.1 (-20.5--16.8)	-17.0±0.2 (-20.7--15.9)
Средняя температура самого теплого квартала, °С	17.7±0.2 (12.8–18.3)	17.5±0.2 (15.9–18.2)	17.5±0.1 (14.2–19.3)	17.7±0.2 (12.8–18.3)
Средняя температура самого холодного квартала, °С	-13.2±0.2 (-17.1--12.4)	-13.5±0.1 (-14.7--12.9)	-14.0±0.1 (-16.5--13.0)	-13.2±0.2 (-17.1--12.4)
Годовое количество осадков, мм	501.5±13.0 (421.0–706.0)	505.2±26.1 (415.0–696.0)	420.9±10.0 (327.0–596.0)	501.5±13.0 (421.0–706.0)
Количество осадков в самом теплом квартале, мм	217.2±4.1 (191.0–297.0)	240.4±11.2 (208.0–326.0)	198.6±3.9 (155.0–261.0)	217.2±4.1 (191.0–297.0)
Количество осадков в самом холодном квартале, мм	74.3±4.7 (52.0–123.0)	62.2±3.0 (49.0–84.0)	55.0±1.7 (41.0–100.0)	74.3±4.7 (52.0–123.0)
Высота над уровнем моря, м	373.3±41.0 (173.0–1268.0)	476.3±27.5 (331.0–734.0)	591.0±21.0 (418.0–1105.0)	373.3±41.0 (173.0–1268.0)

Примечание. В скобках указаны диапазоны климатических факторов

Наименьшее значение среднегодовой температуры отмечено в местообитаниях бореального эндемика *O. approximata*. Местообитания *O. kungurensis* и *O. approximata* характеризуются большей высотой над уровнем моря, так как эти виды в основном встречаются на Уральском хребте. Показатели количества осадков свидетельствуют о произрастании видов в местообитаниях с засушливыми условиями, однако все виды могут встречаться и в более мезофитных местообитаниях. Наименьшее количество летних и среднегодовых осадков отмечено в местообитаниях *O. approximata*.

Таким образом, моделирование современных потенциальных ареалов четырех редких эндемичных видов родов *Oxytropis* выявило, что, несмотря на наличие высокопригодных местообитаний, современное распространение этих видов ограничено антропогенным воздействием и биологическими особенностями (низкая семенная продуктивность, слабая конкурентоспособность и др.). Вероятно, что спонтанное расселение этих видов в новые местообитания при современном уровне антропогенной нагрузки практически невозможно. При этом, влияние изменения климата на местообитания природных популяций этих видов может стать решающим фактором, определяющим их существование. Оценка экологических ниш

и моделирование возможных местообитаний обеспечивают надежную прогностическую основу для обнаружения ранее неизвестных популяций видов и могут быть использованы для определения подходящих местообитаний для их реинтродукции в естественную среду обитания.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена в рамках государственного задания № 123020800001-5 «Анализ и прогноз комплексного влияния антропогенных факторов и климатических изменений на растительный покров Южно-Уральского региона».

Конфликт интересов | *Conflicts of Interest*

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи. The authors declare no actual or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арсланова Л.Р., Калашник Н.А. (2012) Сравнительный анализ кариотипов южно-уральских видов рода Остролодочник (*Oxytropis* DC.). *Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета*. (10): 171–176. EDN: [TZBCJX](#)
- Баймиев А.Х., Владимирова А.А., Акимова Е.С., Гуменко Р.С., Мулдашев А.А., Чемерис А.В., Баймиев А.Х. (2020) Филогенетическая характеристика клубеньковых бактерий эндемичных для Южного Урала видов рода *Oxytropis* (Fabaceae). *Экологическая генетика*. **18**(2): 157–167. <https://doi.org/10.17816/ecogen17805> EDN: [PUAEZO](#)
- Бакланов М.А. (ред.) (2018) Красная книга Пермского края. Алдари. Пермь: 232. EDN: [JNCCED](#)
- Белов В.С. (ред.) (2019) Красная книга Оренбургской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. ООО «МИР». Воронеж: 488.
- Галикеева Г.М., Маслова Н.В. (2015) Биоморфологическая и биометрическая характеристика генеративных растений *Oxytropis kungurensis* Knjasev в местах естественного обитания. *Известия Уфимского научного центра РАН*. (4–1): 18–21. EDN: [UXPIFD](#)
- Галикеева Г.М., Маслова Н.В. (2017) Изучение плодообразования редкого вида *Oxytropis kungurensis* Knjasev в окрестностях озера Аушкуль (Республика Башкортостан). В: *Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Материалы VI Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Антонины Васильевны Положий. 24-26 октября 2017*. Томск: 196–198. EDN: [YMLTRJ](#)
- Гельтман Д.В. (ред.) (2024) Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы (2 изд.). ВНИИ «Экология». Москва: 944. EDN: [CTCOIE](#)
- Егорова А.А., Ахмадуллин И.И. (2021) Особенности плодообразования эндемичного вида *Oxytropis hippolyti* Boriss. (Fabaceae). *Молодой ученый*. (22(364)): 40–42. EDN: [IOXXWF](#)
- Елизарьева О.А., Маслова Н.В. (2011) Онтогенез остролодочника Гмелина (*Oxytropis gmelinii* Fisch. ex Boriss.) в условиях культуры. В: *Жукова Л.А. (ред.) Онтогенетический атлас растений. Т. 6*. Издательство Марийского государственного университета. Йошкар-Ола: 118–124. EDN: [XOEFQR](#)
- Зинатуллина А.Е. (2014) Биотехнология получения растений-регенерантов *Oxytropis baschkirensis* Knjasev в эмбриокультуре *in vitro*. В: *Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений. Сборник статей Международной научной конференции. 18-20 августа 2014*. Минск: 97–100. EDN: [ZBVVZJ](#)
- Ильина В.Н. (2019) Особенности онтогенетической структуры природных популяций *Oxytropis hippolyti* Boriss. (Fabaceae). *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. **21**(6 (92)): 38–42. EDN: [ХОАРТВ](#)
- Катцов В.М. (ред.) (2022) Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Издательство «Наукоемкие технологии». Санкт-Петербург: 676. EDN: [JNIXIE](#)
- Князев М.С. (2005) Заметки по систематике и хорологии видов *Oxytropis* (Fabaceae) на Урале. V. Секция *Orobacia*. *Ботанический журнал*. **90**(3): 415–423. EDN: [HSAOWD](#)
- Князев М.С. (2023) Конспект рода *Oxytropis* (Fabaceae) Восточной Европы и Урала. *Новости систематики высших растений*. **54**: 53–75. <https://doi.org/10.31111/novitates/2023.54.11> EDN: [DSXRYB](#)

- Корепов М.В., Масленников А.В., Волкова Ю.С. (ред.) (2025) Красная книга Ульяновской области. НИЦ «Поволжье». Ульяновск: 670. EDN: [CGEXOZ](#)
- Корытин Н.С. (ред.) (2018) Красная книга Свердловской области: Животные, растения, грибы (2 изд.). ООО «Мир». Екатеринбург: 450. EDN: [FKOGPI](#)
- Кутлуахметов И.Р., Круглова А.Е., Муллагулов Р.Ю. (2013) Полиморфизм изоферментных локусов Остролодочника кунгурского (*Oxytropis kungurensis* Knjasev (Fabaceae)) на Южном Урале. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. (1 (25)): 95–96. EDN: [PZINBL](#)
- Лагунов А.В. (ред.) (2017) Красная книга Челябинской области. Животные, растения, грибы (2 изд.). ООО «Реарт». Москва: 504. EDN: [YLYAMV](#)
- Мартыненко В.Б. (ред.) (2021) Красная книга Республики Башкортостан. Том 1: Растения и грибы (3 изд.). Студия онлайн. Москва: 392. EDN: [RTRDGJ](#)
- Маслова Н.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х., Куватова Д.Н., Елизарьева О.А. (2011) Характеристика возрастных состояний *Oxytropis baschkirensis* Knjasev (Fabaceae) на Южном Урале. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. (66): 313–321. EDN: [NDHOTN](#)
- Маслова Н.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х., Елизарьева О.А. (2005) Онтогенез и возрастной состав ценопопуляций *Oxytropis gmelinii* (Fabaceae) на Южном Урале. *Растительные ресурсы*. **41**(4): 41–49. EDN: [HSGCJR](#)
- Маслова Н.В., Мулдашев А.А., Елизарьева О.А., Тютюнова Н.М. (2018) Онтогенетическая структура ценопопуляции эндемичного вида *Oxytropis hippolyti* Boriss. на горе Измаилка в Башкирском Предуралье. *Экобиотех*. **1**(1): 6–13. <https://doi.org/10.31163/2618-964X-2018-1-1-6-13> EDN: [YAEUUP](#)
- Мулдашев А.А., Галеева А.Х., Маслова Н.В. (2004) К охране редких остролодочников (*Oxytropis*, Fabaceae) на Южном Урале. В: *Проблемы сохранения биоразнообразия на Южном Урале. Тезисы докладов Региональной научно-практической конференции. 13-14 мая 2004*. Уфа: 71–72. EDN: [XHMFWE](#)
- Мулдашев А.А., Елизарьева О.А., Галикеева Г.М., Галеева А.Х., Маслова Н.В. (2019) Вопросы охраны *Oxytropis kungurensis* (Fabaceae) *in situ* в Республике Башкортостан. *Экобиотех*. **2**(2): 189–196. <https://doi.org/10.31163/2618-964X-2019-2-2-189-196> EDN: [KBOHZW](#)
- Мулдашев А.А., Елизарьева О.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х. (2011) Характеристика популяции *Oxytropis gmelinii* Fisch. ex Boriss. (Fabaceae) на западном склоне Южного Урала. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. **13**(1): 78–81. EDN: [NXKBXT](#)
- Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х., Елизарьева О.А. (2014) К охране остролодочника Ипполита (*Oxytropis hippolyti* Boriss.) на восточной границе распространения в Башкирском Предуралье. В: *Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника*. Издательство «Гилем». Уфа: 193–201. EDN: [XRXXMB](#)
- Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Елизарьева О.А., Галеева А.Х. (2016) Опыт реинтродукции редкого вида *Oxytropis approximata* Less. на Южном Урале (Республика Башкортостан). *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. **18**(5): 12–17. EDN: [YJKOGT](#)
- Санданов Д.В., Дугарова А.С., Селютина И.Ю. (2020) Моделирование распространения видов секции *Xerobia* Bunge рода *Oxytropis* DC. на территории Центральной Азии при климатических изменениях в прошлом и будущем. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. (52): 85–104. <https://doi.org/10.17223/19988591/52/5> EDN: [NGUEFE](#)
- Сенатор С.А., Саксонов С.В. (ред.) (2017) Красная книга Самарской области. Т. I. Редкие виды растений и грибов (2 изд.). Издательство Самарской государственной областной академии (Наяновой). Самара: 384. EDN: [YMUOXN](#)
- Филиппов Е.Г., Куликов П.В., Князев М.С. (1998) Числа хромосом видов *Oxytropis* (Fabaceae) на Урале. *Ботанический журнал*. **83**(6): 138–139. EDN: [VXHEVD](#)
- Щеповских А.И. (ред.) (2006) Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы) (2 изд.). Издательство «Идел-Пресс». Казань: 832. EDN: [VJTUXR](#)
- Booth T.H., Nix H.A., Busby J.R., Hutchinson M.F. (2014) BIOLCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies. *Diversity and Distributions*. **20**(1): 1–9. <https://doi.org/10.1111/ddi.12144>
- Danielson J.J., Gesch D.B. (2011) Global multi-resolution terrain elevation data 2010 (GMTED2010). U.S. Geological Survey. Reston, VA: 26. <https://doi.org/10.3133/ofr20111073>
- Dormann C.F., Elith J., Bacher S., Buchmann C., Carl G., Carré G., Marquéz J.R.G., Gruber B., Lafourcade B., Leitão P.J. et al. (2013) Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*. **36**(1): 27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>

- Global Biodiversity Information Facility (2021) [online] Occurrence Download. Available at: <https://doi.org/10.15468/DL.GJB4D9>
- Kamalova R., Bogdan E., Belan L., Tuktarova I., Firstov A., Vildanov I., Saifullin I. (2024) Assessment of Changes in Agroclimatic Resources of the Republic of Bashkortostan (Russia) under the Context of Global Warming. *Climate*. **12**(1): 11. <https://doi.org/10.3390/cli12010011> EDN: IOIYCW
- Karger D.N., Conrad O., Böhner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., Zimmermann N.E., Linder H.P., Kessler M. (2017) Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*. **4**(1): 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>
- Liu C., Newell G., White M. (2016) On the selection of thresholds for predicting species occurrence with presence-only data. *Ecology and Evolution*. **6**(1): 337–348. <https://doi.org/10.1002/ece3.1878> EDN: WRILGF
- Poggio L., de Sousa L.M., Batjes N.H., Heuvelink G.B.M., Kempen B., Ribeiro E., Rossiter D. (2021) SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *SOIL*. **7**(1): 217–240. <https://doi.org/10.5194/soil-7-217-2021> EDN: LJFDPU
- Swets J.A. (1988) Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science*. **240**(4857): 1285–1293. <https://doi.org/10.1126/science.3287615> EDN: IDYOTT
- Warren R., Price J., Graham E., Forstnerhaeusler N., VanDerWal J. (2018) The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C. *Science*. **360**(6390): 791–795. <https://doi.org/10.1126/science.aar3646> EDN: YHHCYX
- SoilGrids – Global gridded soil information. [online] (n.d.). ISRIC – World Soil Information. Available at: <https://www.isric.org/explore/soilgrids/faq-soilgrids> (Accessed: 20.12.2025)

REFERENCES

- Arslanova L.R., Kalashnik N.A. (2012) Comparative analysis of karyotypes of the south-ural *Oxytropis* DC. species. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*. (10): 171–176. EDN: TZBCJX (In Rus.)
- Baymiev A. K., Vladimirova A. A., Akimova E. S., Gumenko R. S., Muldashev A. A., Chemeris A. V., Baymiev A. K. (2020) Phylogenetic characteristic of nodul bacteria endemic for Southern Ural species of the genus *Oxytropis* (Fabaceae). *Ecological genetics*. **18**(2): 157–167. <https://doi.org/10.17816/ecogen17805> EDN: PUAEZO (In Rus.)
- Baklanov M.A. (ed.) (2018) The red data book of Perm krai [Krasnaya kniga Permskogo kraja]. "Aldari" Publishing. Perm: 232. EDN: JNCCED (In Rus.)
- Belov V.S. (ed.) (2019) Red Data Book of Orenburg Oblast: Rare and endangered species of animals, plants and fungi [Krasnaya kniga Orenburgskoy oblasti: Redkiye i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zivotnykh, rasteniy i gribov]. "MIR" Publishing. Voronezh: 488. (In Rus.)
- Galikeeva G.M., Maslova N.V. (2015) Biomorphological and biometrical characteristic of generative plants of *Oxytropis kungurensis* Knjasev in natural habitats. *Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre [Izvestia Ufimskogo Nauchnogo Tsentra RAN]*. (4–1): 18–21. EDN: UXPIFD (In Rus.)
- Galikeeva G.M., Maslova N.V. (2017) The study of fruit formation of the rare species *Oxytropis kungurensis* Knjasev in the vicinity of Aushkul lake (The Republic of Bashkortostan). In: *Problems of studying the vegetation cover of Siberia. Proceedings of the VI International scientific conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Antonina Vasilievna Polozhiy [Problemy izucheniya rastitel'nogo pokrova Sibiri. Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya Antoniny Vasilyevny Polozhiy]*. October 24–26, 2017. Tomsk: 196–198. EDN: YMLTRJ (In Rus.)
- Geltman D.V. (ed.) (2024) Red Data Book of the Russian Federation. Plants and fungi (2nd ed.) [Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii. Rasteniya i griby]. All-Russian Research Institute "Ecology" Publishing. Moscow: 944. EDN: CTCQIE (In Rus.)
- Egorova A.A., Ahmadullin I.I. (2021) Features of fruit formation of the endemic species *Oxytropis hippolyti* Boriss. (Fabaceae). *Young scientist [Molodoj uchenyj]*. (22(364)): 40–42. EDN: IOXXWF (In Rus.)
- Elizaryeva O.A., Maslova N.V. (2011) Ontogeny of *Oxytropis gmelinii* Fisch. ex Boriss. under cultural conditions [Ontogenez ostrolodochnika Gmelina (*Oxytropis gmelinii* Fisch. ex Boriss.) v usloviyakh kultury]. In: *Zhukova L.A. (ed.) Ontogenetic atlas of plants [Ontogeneticheskiy atlas rasteniy]*. Vol. 6. Mari State University Publishing. Yoshkar-Ola: 118–124. EDN: XOEFOR (In Rus.)
- Zinatullina A. (2014) Biotechnology for obtaining regenerant plants of *Oxytropis baschkirensis* Knjasev in embryo culture *in vitro* [Biotekhnologiya polucheniya rasteniy-regenerantov *Oxytropis baschkirensis* Knjasev v embriokulture *in vitro*]. In: *Biotechnological techniques in biodiversity conservation and plant breeding. Collection of articles of the International scientific conference*

- [*Biotekhnologicheskiye priyemy v sokhraneniі bioraznoobraziya i seleksii rasteniy. Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*]. August 18-20, 2014. Minsk: 97–100. EDN: [ZBVVZI](#) (In Rus.)
- Ilyina V.N. (2019) Features of the ontogenetic structure of natural populations *Oxytropis hippolyti* Boriss. (Fabaceae). *Izvestia of the Samara scientific center of the Russian academy of sciences*. **21**(6 (92)): 38–42. EDN: [XOAPTБ](#) (In Rus.)
- Kattsov V.M. (eds.) (2022) The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation [Tretiy otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii]. "Naukoemkiye Tekhnologii" Publishing. St. Petersburg: 676. EDN: [JNIXIE](#) (In Rus.)
- Knjasev M.S. (2005) Systematic and chorological notes on the species of *Oxytropis* (Fabaceae) in the Urals. V. Section Orobia. *Botanical journal*. **90**(3): 415–423. EDN: [HSAOWD](#) (In Rus.)
- Knyazev M.S. (2023) Synopsis of the genus *Oxytropis* (Fabaceae) of Eastern Europe and the Urals. *Novitates Systematicae Plantarum Vascularium*. **54**: 53–75. <https://doi.org/10.31111/novitates/2023.54.11> EDN: [DSXRYB](#) (In Rus.)
- Korepov M.V., Maslennikov A.V., Volkova Yu.S. (eds.) (2025) Red Data Book of Ulyanovsk Oblast [Krasnaya kniga Ulyanovskoy oblasti]. Scientific Research Center "Povolzhye" Publishing. Ulyanovsk: 670. EDN: [CGEXOZ](#) (In Rus.)
- Korytin N.S. (ed.) (2018) Red Data Book of Sverdlovsk Oblast: Animals, plants, fungi (2nd ed.) [Krasnaya kniga Sverdlovskoy oblasti: Zhivotnyye, rasteniya, griby]. "Mir" Publishing. Ekaterinburg: 450. EDN: [FKOGPI](#) (In Rus.)
- Kutluakhmetov I., Kruglova A., Mullagulov R. (2013) Polymorphism of isozyme loci of (*Oxytropis kungurensis* Knjasev, (Fabaceae)) of the Southern Urals. *Bulletin of Bashkir State Agrarian University [Vestnik Baškirkoskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*. (1 (25)): 95–96. EDN: [PZINBL](#) (In Rus.)
- Lagunov A.V. (ed.) (2017) Red Data Book of Chelyabinsk Oblast. Animals, plants, fungi (2nd ed.) [Krasnaya kniga Chelyabinskoy oblasti. Zhivotnyye, rasteniya, griby]. "Reart" Publishing. Moscow: 504. EDN: [YLYAMV](#) (In Rus.)
- Martynenko V.B. (ed.) (2021) Red Data Book of the Republic of Bashkortostan. Vol. 1: Plants and fungi (3rd ed.) [Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. Tom 1: Rasteniya i griby]. "Studiya Onlayn" Publishing. Moscow: 392. EDN: [RTRDGI](#) (In Rus.)
- Maslova N.V., Muldashev A.A., Galeeva A.Kh., Kuvatova D.N., Elizaryeva O.A. (2011) Characteristic of age states of *Oxytropis baschkirensis* Knjasev (Fabaceae) in South Ural. *Polythematic online scientific journal of Kuban state agrarian university*. (66): 313–321. EDN: [NDHOTN](#) (In Rus.)
- Maslova N.V., Muldashev A.A., Galeeva A.Kh., Elizaryeva O.A. (2005) Ontogeny and age composition of coenopopulations of *Oxytropis gmelinii* (Fabaceae) in the Southern Urals [Ontogenez i vozrastnoy sostav tsenopopulyatsiy *Oxytropis gmelinii* (Fabaceae) na Yuzhnom Urale]. *Vegetation Resources*. **41**(4): 41–49. EDN: [HSGCJR](#) (In Rus.)
- Maslova N.V., Muldashev A.A., Elizaryeva O.A., Tyutyunova N.M. (2018) The ontogenetic structure of coenopopulation of endemic species *Oxytropis hippolyti* Boriss. on mount Izmailka in the Bashkir Cis-Urals. *Ecobiotech*. **1**(1): 6–13. <https://doi.org/10.31163/2618-964X-2018-1-1-6-13> EDN: [YAEUUP](#) (In Rus.)
- Muldashev A.A., Galeeva A.Kh., Maslova N.V. (2004) On the protection of rare *Oxytropis* species (Fabaceae) in the Southern Urals [K okhrane redkikh ostrolodochnikov (*Oxytropis*, Fabaceae) na Yuzhnom Urale]. In: *Problems of biodiversity conservation in the Southern Urals. Abstracts of the Regional scientific-practical conference [Problemy sokhraneniya bioraznoobraziya na Yuzhnom Urale. Tezisy dokladov Regionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. May 13-14, 2004. Ufa: 71–72. EDN: [XHMFWE](#) (In Rus.)
- Muldashev A.A., Elizaryeva O.A., Galikeeva G.M., Galeeva A.Kh., Maslova N.V. (2019) The conservation of *Oxytropis kungurensis* (Fabaceae) *in situ* in the Republic of Bashkortostan. *Ecobiotech*. **2**(2): 189–196. <https://doi.org/10.31163/2618-964X-2019-2-2-189-196> EDN: [KBOHZW](#) (In Rus.)
- Muldashev A.A., Elizaryeva O.A., Maslova N.V., Galeeva A.Ch. (2011) Description of the population of *Oxytropis gmelinii* (Fabaceae) on west slope of South Urals. *Izvestia of the Samara scientific center of the Russian academy of sciences*. **13**(1): 78–81. EDN: [NXKBXT](#) (In Rus.)
- Muldashev A.A., Maslova N.V., Galeeva A.Kh., Elizaryeva O.A. (2014) On the protection of *Oxytropis hippolyti* Boriss. at the eastern border of its range in the Bashkir Cis-Urals [K okhrane ostrolodochnika Ippolita (*Oxytropis hippolyti* Boriss.) na vostochnoy granitse rasprostraneniya v Bashkirskom Preduralye]. In: *Proceedings of the South Ural State Nature Reserve [Trudy Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika]*. "Gilem" Publishing. Ufa: 193–201. EDN: [XRXXMB](#) (In Rus.)

- Muldashev A.A., Maslova N.V., Elizaryeva O.A., Galeeva A.Kh. (2016) Experiment of reintroduction of rare species *Oxytropis approximata* Less. in South Urals (Bashkortostan Republic). *Samara scientific center of the Russian academy of sciences*. **18**(5): 12–17. EDN: [YJKOGT](#) (In Rus.)
- Sandanov D.V., Dugarova A.S., Selyutina I.Yu. (2020) Species distribution modeling for the section *Xerobia* Bunge of the genus *Oxytropis* DC. on the territory of Central Asia under past and future climate change. *Tomsk State University journal of biology [Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya]*. (52): 85–104. <https://doi.org/10.17223/19988591/52/5> EDN: [NGUEFE](#) (In Rus.)
- Senator S.A., Saksonov S.V. (eds.) (2017) Red Data Book of Samara Oblast. Vol. I. Rare species of plants and fungi (2nd ed.) [Krasnaya kniga Samarskoy oblasti. T. I. Redkiye vidy rasteniy i gribov]. Samara State Regional Academy (Nayanova) Publishing. Samara: 384. EDN: [YMUOXN](#) (In Rus.)
- Filippov E.G., Kulikov P.V., Knyazev M.S. (1998) Chromosome numbers in the species of *Oxytropis* (Fabaceae) in the Urals. *Botanical Journal*. **83**(6): 138–139. EDN: [VXHEVD](#) (In Rus.)
- Shchepovskikh A.I. (ed.) (2006) Red Data Book of the Republic of Tatarstan (2nd ed.) (animals, plants, fungi) [Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan (zhivotnyye, rasteniya, griby)]. “Idel-Press” Publishing. Kazan: 832. EDN: [VJTUXR](#) (In Rus.)
- Booth T.H., Nix H.A., Busby J.R., Hutchinson M.F. (2014) BIOCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies. *Diversity and Distributions*. **20**(1): 1–9. <https://doi.org/10.1111/ddi.12144>
- Danielson J.J., Gesch D.B. (2011) Global multi-resolution terrain elevation data 2010 (GMTED2010). U.S. Geological Survey. Reston, VA: 26. <https://doi.org/10.3133/ofr20111073>
- Dormann C.F., Elith J., Bacher S., Buchmann C., Carl G., Carré G., Marquéz J.R.G., Gruber B., Lafourcade B., Leitão P.J. et al. (2013) Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*. **36**(1): 27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>
- Global Biodiversity Information Facility (2021) [online] Occurrence Download. Available at: <https://doi.org/10.15468/DL.GJB4D9>
- Kamalova R., Bogdan E., Belan L., Tuktarova I., Firstov A., Vildanov I., Saifullin I. (2024) Assessment of Changes in Agroclimatic Resources of the Republic of Bashkortostan (Russia) under the Context of Global Warming. *Climate*. **12**(1): 11. <https://doi.org/10.3390/cli12010011> EDN: [IOIYCW](#)
- Karger D.N., Conrad O., Böhrner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., Zimmermann N.E., Linder H.P., Kessler M. (2017) Climatologies at high resolution for the earth’s land surface areas. *Scientific Data*. **4**(1): 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>
- Liu C., Newell G., White M. (2016) On the selection of thresholds for predicting species occurrence with presence-only data. *Ecology and Evolution*. **6**(1): 337–348. <https://doi.org/10.1002/ece3.1878> EDN: [WRILGF](#)
- Poggio L., de Sousa L.M., Batjes N.H., Heuvelink G.B.M., Kempen B., Ribeiro E., Rossiter D. (2021) SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *SOIL*. **7**(1): 217–240. <https://doi.org/10.5194/soil-7-217-2021> EDN: [LJFDPU](#)
- Swets J.A. (1988) Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science*. **240**(4857): 1285–1293. <https://doi.org/10.1126/science.3287615> EDN: [IDYOTT](#)
- Warren R., Price J., Graham E., Forstnerhaeusler N., VanDerWal J. (2018) The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C. *Science*. **360**(6390): 791–795. <https://doi.org/10.1126/science.aar3646> EDN: [YHHCYX](#)
- SoilGrids – Global gridded soil information. [online] (n.d.). ISRIC – World Soil Information. Available at: <https://www.isric.org/explore/soilgrids/faq-soilgrids> (Accessed: 20.12.2025)

Цитировать как

Жигунова С.Н., Ахметова М.Р., Баишева Э.З., Широких П.С. Мулдашев А.А. (2026). Потенциальные ареалы редких эндемичных видов рода *Oxytropis* на Южном Урале. *Экобиотех*. **9**(1): 67-81.
DOI: <http://doi.org/10.31163/2618-964X/2026-6>
EDN: <https://www.elibrary.ru/ndaikv>

Сведения об авторе/ах

Светлана Николаевна Жигунова, д.б.н., Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия. E-mail:

Cited as

Zhigunova S.N., Akhmetova M.R., Baisheva E.Z., Shirokikh P.S., Muldashev A.A. (2026). Potential ranges of rare endemic species of the genus *Oxytropis* in the Southern Urals. *Ecobiotech*. **9**(1): 67-81.
DOI: <http://doi.org/10.31163/2618-964X/2026-6>
EDN: <https://www.elibrary.ru/ndaikv>

Information About the Author(s)

Svetlana N. Zhigunova, Doctor in Biological Sciences, Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation.

Zigusvet@yandex.ru, [SPIN-код: 7759-5812](#), [ORCID: 0000-0002-7129-8292](#), [Scopus Author ID: 26536981800](#), [WoS Research ID: J-6349-2018](#)

Миляуша Ринатовна Ахметова, к.б.н., Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия. E-mail: mishaulya@yandex.ru, [SPIN-код: 4565-9929](#), [ORCID: 0000-0002-7463-583X](#), [Scopus Author ID: 59904270900](#), [WoS Research ID: A-7062-2015](#)

Эльвира Закирьяновна Баишева, д.б.н., Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия. E-mail: elvbai@mail.ru, [SPIN-код: 6500-1355](#), [ORCID: 0000-0002-0002-012X](#), [Scopus Author ID: 26535626600](#), [WoS Research ID: I-5788-2015](#)

Павел Сергеевич Широких, д.б.н., Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия. E-mail: shirpa@mail.ru, [SPIN-код: 9527-0060](#), [ORCID: 0000-0003-1864-4878](#), [Scopus Author ID: 26536701600](#), [WoS Research ID: S-3250-2017](#)

Альберт Акрамович Мулдашев, к.б.н., Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия. E-mail: muldashev_ural@mail.ru, [SPIN-код: 1362-7915](#), [ORCID: 0000-0002-0619-4171](#), [Scopus Author ID: 6508160098](#), [WoS Research ID: S-3970-2017](#)

E-mail: Zigusvet@yandex.ru, [SPIN-code: 7759-5812](#), [ORCID: 0000-0002-7129-8292](#), [Scopus Author ID: 26536981800](#), [WoS Research ID: J-6349-2018](#)

Milyausha R. Akhmetova, Candidate of Biological Sciences, Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation. E-mail: mishaulya@yandex.ru, [SPIN-code: 4565-9929](#), [ORCID: 0000-0002-7463-583X](#), [Scopus Author ID: 59904270900](#), [WoS Research ID: A-7062-2015](#)

Elvira Z. Baisheva, Doctor in Biological Sciences, Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation. E-mail: elvbai@mail.ru, [SPIN-code: 6500-1355](#), [ORCID: 0000-0002-0002-012X](#), [Scopus Author ID: 26535626600](#), [WoS Research ID: I-5788-2015](#)

Pavel S. Shirokikh, Doctor in Biological Sciences, Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation. E-mail: shirpa@mail.ru, [SPIN-code: 9527-0060](#), [ORCID: 0000-0003-1864-4878](#), [Scopus Author ID: 26536701600](#), [WoS Research ID: S-3250-2017](#)

Albert A. Muldashev, Candidate of Biological Sciences, Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation. E-mail: muldashev_ural@mail.ru, [SPIN-code: 1362-7915](#), [ORCID: 0000-0002-0619-4171](#), [Scopus Author ID: 6508160098](#), [WoS Research ID: S-3970-2017](#)