

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ИЗ СЕМЕЙСТВА RANUNCULACEAE В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ЦЕНОПОПУЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

© 2020

Ильина В.Н.<sup>1</sup>, Сенатор С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный социально-педагогический университет (г. Самара, Российская Федерация)

<sup>2</sup>Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва, Российская Федерация)

**Аннотация.** Представлены результаты исследований пространственно-онтогенетической структуры природных ценопопуляций десяти видов из семейства Ranunculaceae: *Adonathe vernalis* (L.) Spach, *A. volgensis* (Steven ex DC.) Chrtek et Slavíková, *Anemonoides altaica* (C.A. Mey.) Holub, *A. × korshinskyi* Saksonov et Rakov, *Clematis integrifolia* L., *Delphinium subcuneatum* Tzvelev, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Ranunculus polyphyllus* Waldst. et Kit. ex Willd., *R. polyrhizos* Stephan и *Trollius europaeus* L., произрастающих на территории Самарской области и занесенных в региональную Красную книгу. Выявлено, что демографические показатели популяций исследованных видов имеют низкие значения, свидетельствующие об их слабой способности к поддержанию и увеличению численности. Наибольшая способность к самовосстановлению и самоподдержанию характерна для *Trollius europaeus*, *Anemonoides × korshinskyi*, *Adonathe vernalis*, *A. volgensis*, *Anemonoides altaica*, наименьшая – для *Clematis integrifolia*, *Pulsatilla patens*, *Ranunculus polyphyllus* и *R. polyrhizos*. Для большинства видов при повышении антропогенной нагрузки на места обитания индексы замещения и восстановления ценопопуляций снижаются на 25–50%, исключением является *Ranunculus polyphyllus*, у которого эти показатели возрастают примерно в пять раз. Особенности пространственно-онтогенетической структуры популяций использованы при оценке их современного состояния согласно критериям и категориям Красного списка МСОП. Наиболее уязвимыми на региональном уровне оказались эндемичные виды *Anemonoides × korshinskyi* и *Delphinium subcuneatum*, а также *Ranunculus polyphyllus* и *R. polyrhizos* (категория CR – находящиеся на грани полного исчезновения). *Anemonoides altaica* и *Clematis integrifolia* соответствуют категории EN – исчезающие. К уязвимым видам (категория VU) относится *Trollius europaeus*. *Adonathe vernalis*, *A. volgensis* и *Pulsatilla patens* оказались в категории LC – вызывающие наименьшие опасения.

**Ключевые слова:** Ranunculaceae; ценопопуляция; онтогенетический спектр; демографические показатели ценопопуляции; редкий вид; Красная книга; Красный список МСОП; Самарская область.

## THE ASSESSMENT OF THE STATUS OF THE RARE SPECIES FROM THE FAMILY RANUNCULACEAE IN SAMARA REGION TAKING INTO ACCOUNT THE COENOPOPULATION CHARACTERISTICS

© 2020

Iliina V.N.<sup>1</sup>, Senator S.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara State University of Social Sciences and Education (Samara, Russian Federation)

<sup>2</sup>N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

**Abstract.** The paper studies a spatial ontogenetic structure of natural coenopopulations of ten species from the family Ranunculaceae: *Adonathe vernalis* (L.) Spach, *A. volgensis* (Steven ex DC.) Chrtek et Slavíková, *Anemonoides altaica* (C.A. Mey.) Holub, *A. × korshinskyi* Saksonov et Rakov, *Clematis integrifolia* L., *Delphinium subcuneatum* Tzvelev, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Ranunculus polyphyllus* Waldst. et Kit. ex Willd., *R. polyrhizos* Stephan and *Trollius europaeus* L., growing in Samara Region and listed in the regional Red Data Book. It was revealed that the demographic indicators of the studied species populations have low values, indicating their weak ability to maintain and increase the number. The highest capacity for self-healing and self-maintenance is typical for *Trollius europaeus*, *Anemonoides × korshinskyi*, *Adonathe vernalis*, *A. volgensis*, *Anemonoides altaica*, the lowest – for *Clematis integrifolia*, *Pulsatilla patens*, *Ranunculus polyphyllus* and *R. polyrhizos* for most species, with an increase in anthropogenic load on habitats, the indices of replacement and recovery of coenopopulations decrease by 25–50%, with the exception of *Ranunculus polyphyllus*, in which these indices increase by about five times. The features of the spatial ontogenetic structure of populations were used to assess their current state according to the criteria and categories of the IUCN Red List. The most vulnerable at the regional level were the endemic species *Anemonoides × korshinskyi* and *Delphinium subcuneatum*, as well as *Ranunculus polyphyllus* and *R. polyrhizos* (category CR – critically endangered). *Anemonoides altaica* and *Clematis integrifolia* correspond to the EN category – endangered. Vulnerable species (category VU) include *Trollius europaeus*. *Adonathe vernalis*, *A. volgensis* and *Pulsatilla patens* ranked in the LC category of least concern.

**Keywords:** Ranunculaceae; coenopopulation; ontogenetic spectrum; demographic indicators of coenopopulation; rare view; Red Data Book; IUCN Red List; Samara Region.

Вопросы биологии и экологии видов семейства Ranunculaceae, в том числе их популяционная структура и динамика, являются предметом изучения большого числа авторов в различных регионах [1–12]. Несмотря на это, имеющихся данных недостаточно для выявления динамики численности представителей и определения состояния природных популяций.

Некоторые представители практически не изучены, что связано с различными причинами, в том числе природной редкостью и, следовательно, низкой репрезентативностью полученных данных.

Ценопопуляционные методы позволяют получить дополнительные оригинальные и достоверные сведения о современном состоянии природных популяций

растений в регионах, осуществить сравнительную оценку временной динамики популяций в биогеоценозах, выявить адаптационные механизмы особей и их совокупностей к изменениям условий окружающей среды, составить прогноз дальнейшего развития популяций. Более того, открывается возможность сравнения популяционно-онтогенетических характеристики изучаемых видов как в сопредельных регионах, так и на всем протяжении ареала, что является большим преимуществом в определении их природоохранного статуса.

Нами осуществляется мониторинг популяционной структуры некоторых представителей семейства Ranunculaceae на территории Самарской области. Модельными видами являются *Adonanthe vernalis* (L.) Spach, *A. volgensis* (Steven ex DC.) Chrtk et Slaviková, *Anemonoides altaica* (C.A. Mey.) Holub, *A. × korshinskyi* Saksonov et Rakov, *Clematis integrifolia* L., *Delphinium subcuneatum* Tzvelev, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Ranunculus polyphyllus* Waldst. et Kit. ex Willd., *R. polyrhizos* Stephan и *Trollius europaeus* L.

**Цель исследования:** выявление популяционной структуры представителей семейства Ranunculaceae, занесенных в Красную книгу Самарской области [13], и их оценка согласно критериям и категориям Красного списка МСОП.

#### Материал и методы

Самарская область находится на юго-востоке европейской части России в среднем течении р. Волга между 51,394780° и 54,678116° с.ш., 47,927147° и 52,566598° в.д. В ботанико-географическом отношении территория располагается на границе Европейской широколиственнолесной и Евразийской степной областей. Климат умеренно континентальный со среднемесячной температурой января –13,8°C, июля – +20,7°C. Среднегодовая температура составляет +3,8°C, среднегодовое количество осадков – 372 мм [14].

При изучении ценопопуляций определялись особенности пространственной и онтогенетической структуры согласно основным подходам и рекомендациям популяционно-онтогенетического направления биоэкологических исследований [15–22]. Определены демографические параметры: индекс восстановления и индекс старения. Для анализа состояния и перспектив развития ценопопуляций использовался критерий «дельта-омега» [23]. Статистический анализ полученных данных о структуре ценопопуляций представителей семейства проводился с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010 [24].

Учитывались данные, полученные при изучении ценопопуляций в 2012–2020 гг. Из полученного массива данных сделана выборка (от 3 до 30 ценопопуляций в зависимости от редкости вида в регионе и достаточной численности особей) с учетом степени антропогенного воздействия. При незначительном антропогенном воздействии и общем высоком уровне жизнеспособности ценопопуляции считали условия близкими к оптимальным, при высокой антропогенной нагрузке и снижении виталитетного уровня особей данные ценопопуляции отнесены в группу произрастающих в стрессовых условиях. Определен усредненный онтогенетический спектр ценопопуляций в выделенных группах «оптимум» и «стресс». Под оптимальными в данном случае подразумеваются условия с незначительной антропогенной нагрузкой, под стрессовыми – с высокой антропогенной нагрузкой (в виде перевыпаса, сенокосения, интенсивной рекреации и др.).

Для оценки статуса редкости исследуемых видов использованы категории и критерии Красного списка МСОП [25; 26], в основе которых лежит совокупность количественных и качественных показателей о численности особей и ареале вида, тенденциях их изменений, занимаемой таксоном площади и т.д. Существует девять категорий, к которым можно отнести любой таксон:

- EX (extinct) – исчезнувшие;
- EW (extinct in the wild) – исчезнувшие в дикой природе;
- CR (critically endangered) – находящиеся на грани полного исчезновения;
- EN (endangered) – исчезающие;
- VU (vulnerable) – уязвимые;
- NT (near threatened) – находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому;
- LC (least concern) – вызывающие наименьшие опасения;
- DD (data deficient) – недостаток данных;
- NE (not evaluated) – не оцененные.

Точное содержание каждой из категорий и процедура применения приведены в ряде отечественных работ [27–29]. Оценке подлежат только природные популяции, произрастающие внутри их естественного ареала.

Представители категорий EX, EW, CR, EN и VU должны быть включены в Красную книгу или Красный список. Таксоны, попавшие в категорию NT, требуют особого внимания и мер по предотвращению ухудшения состояния их популяций [27]. В свою очередь, таксоны, относящиеся к категориям CR, EN и VU, являются «Находящимися под угрозой исчезновения» (Threatened), для оценки которых используются следующие критерии:

- А. Сокращение размера популяции (в прошлом, настоящем и/или возможном будущем).
- В. Ареал.
- С. Малый размер популяции и ее сокращение.
- D. Очень маленькая или ограниченная по размеру популяция.
- Е. Количественный анализ риска исчезновения.

Большинство критериев включают подкритерии, которые нужны для более подробного объяснения, почему тот или иной таксон помещен в ту или иную категорию. Чтобы поместить какой-либо таксон в одну из категорий угрозы, необходимо его соответствие только по одному из критериев [25; 26].

Первоначально категории и критерии Красного списка МСОП были разработаны для применения на глобальном уровне, однако позднее была предложена процедура оценивания редких видов на региональном уровне [30; 31]. При оценке видов на региональном уровне категория «исчезнувший» заменяется на «исчезнувший в регионе» (RE), а сама оценка осуществляется в три этапа:

- отбор видов для оценки;
- оценка по критериям Красного списка МСОП;
- учет ситуации в сопредельных регионах.

В случае, если организм представлен воспроизводящей популяцией, необходимо ответить на ряд вопросов (рис. 1).

При этом возможно повышение или понижение категории в зависимости от того, испытывает ли популяция в регионе постоянный приток диаспор, который затем может поддерживать размножение организма на исследуемой территории. Также необхо-

димо учесть, является ли региональная популяция «воронкой», т.е. популяцией, существование которой зависит исключительно от притока диаспор или особей извне [28].

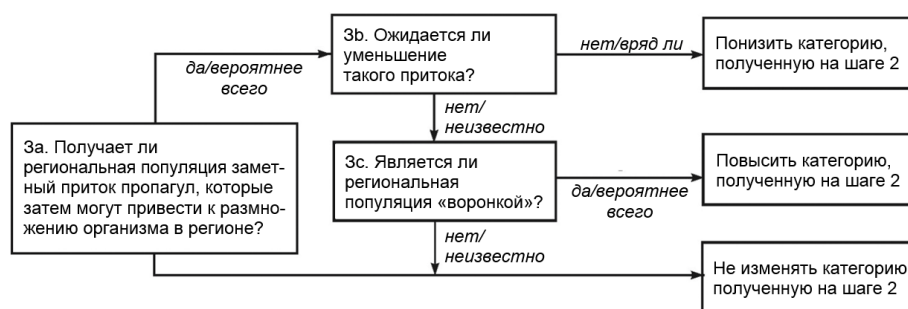
**Результаты и их обсуждение**

В таблице 1 приведены онтогенетические спектры ценопопуляций для 10 модельных видов. На момент исследования преобладала генеративная фракция особей. Отмечена общая тенденция к увеличению доли старовозрастных генеративных особей при интенсивной антропогенной нагрузке – в стрессовых условиях такие особи преобладают в ценопопуляциях *Trollius europaeus* (30,2%), *Adonathe vernalis* (32,2%), *A. volgensis* (36,5%), *Clematis integrifolia* (40,8%), *Anemonoides altaica* (41,2%), *Pulsatilla patens* (50,1%), *Anemonoides × korshinskyi* (51,1%), *Ranunculus polyrhizos* (58,9%). Доминирование старых генеративных особей отмечено в популяциях *Anemonoides altaica* (28,2%) и *Delphinium subcuneatum* (33,5%), произрастающих в местообитаниях с низкой степенью антропогенного воздействия. Онтогенетические спектры популяций этих видов правосторонние.

Учитывая возможность взаимного перехода особей из одного онтогенетического состояния в другое, следует определить и общий процент генеративных

растений (табл. 2). Для большинства видов увеличение нагрузки приводит к росту доли генеративных растений, лишь у *Ranunculus polyphyllus* наблюдается обратная ситуация – доля генеративных особей в ценопопуляциях снижается, а прегенеративных увеличивается.

Неполночленность онтогенетических спектров отмечена в ценопопуляциях *Adonathe vernalis* (отсутствуют иматурные особи в условиях стресса), *Ranunculus polyrhizos* (ювенильные во всех ценопопуляциях, виргинильные – при высокой нагрузке), *R. polyphyllus* (ювенильные – во всех ценопопуляциях, виргинильные – при слабой нагрузке), *Delphinium subcuneatum* (ювенильные – в условиях стресса), *Clematis integrifolia* (ювенильные – при слабой нагрузке, иматурные – при сильной нагрузке). Проростки отсутствовали на момент исследования практически во всех ценопопуляциях модельных видов, что связано с быстротечностью данного состояния. Субсенильные особи выявлены в ценопопуляциях *Adonathe vernalis*, *A. volgensis*, *Pulsatilla patens*, *Trollius europaeus*, *Ranunculus polyrhizos*. Сенильная группа особей во всех обследованных ценопопуляциях не зафиксирована.



**Рисунок 1** – Схема оценки видов по системе категорий Красного списка МСОП на региональном уровне [28]

**Таблица 1** – Особенности онтогенетической структуры ценопопуляций

Вид	Условия	Онтогенетические группы особей, %							
		p	j	im	v	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	ss
<i>Adonathe vernalis</i>	оптимум	0,9	3,4	2,1	18,5	26,8	26,3	19,8	2,2
	стресс	0	1,5	0	12,7	26,7	25,1	32,2	1,8
<i>Adonathe volgensis</i>	оптимум	3,1	3,1	5,9	15,3	20,1	26,8	24,6	1,1
	стресс	0	2,1	6,2	13,8	12,2	23,6	36,5	5,6
<i>Anemonoides altaica</i>	оптимум	6,3	3,1	5,6	8,9	22,4	25,5	28,2	0
	стресс	0	0	1,5	12,6	20,2	24,5	41,2	0
<i>Anemonoides × korshinskyi</i>	оптимум	7	8,3	5,9	13,6	22,4	29,3	13,5	0
	стресс	1,2	2,4	2,4	12,3	10,5	20,1	51,1	0
<i>Clematis integrifolia</i>	оптимум	0	0	4,2	11,8	20,4	33,5	30,1	0
	стресс	0	1,1	0	6,4	12,3	39,4	40,8	0
<i>Delphinium subcuneatum</i>	оптимум	0	3,3	11,6	10,6	20,7	20,3	33,5	0
	стресс	0	0	4,1	11,9	29,4	32,1	22,5	0
<i>Pulsatilla patens</i>	оптимум	0	3,5	4,9	12,6	5,9	33,8	31,4	7,9
	стресс	0	1,8	3,9	5,7	13,6	22,3	50,1	2,6
<i>Ranunculus polyphyllus</i>	оптимум	0	0	2,5	0	14,3	48,6	34,6	0
	стресс	0	0	2	11,6	3,2	50	33,2	0
<i>Ranunculus polyrhizos</i>	оптимум	0	0	2,4	3	20,3	44,4	29,9	0
	стресс	0	0	1,6	0	17,1	21,1	58,9	1,3
<i>Trollius europaeus</i>	оптимум	6,3	8,9	12,5	11,2	13,8	25,6	18,5	3,2
	стресс	1,3	6,3	5,2	9,6	14,1	18,3	30,2	15

\*Примечание. p – проростки, j – ювенильное, im – иматурное, v – виргинильное, g<sub>1</sub> – молодое генеративное, g<sub>2</sub> – средневозрастное генеративное, g<sub>3</sub> – старое генеративное, ss – субсенильное онтогенетическое состояние.

Таблица 2 – Особенности демографической структуры ценопопуляций

Вид	Условия	Демографические параметры популяций (среднее значение)							
		p-v, %	g <sub>1</sub> -g <sub>3</sub> , %	ss-s, %	I <sub>3</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>ст</sub>	Δ	ω
<i>Adonanthe vernalis</i>	оптимум	24,9	72,9	2,2	0,33	0,34	0,02	0,39	0,72
	стресс	14,2	84,0	1,8	0,17	0,17	0,02	0,46	0,78
<i>Adonanthe volgensis</i>	оптимум	27,4	71,5	1,1	0,38	0,38	0,01	0,40	0,70
	стресс	22,1	72,3	5,6	0,28	0,31	0,06	0,49	0,71
<i>Anemonoides altaica</i>	оптимум	23,9	76,1	0	0,31	0,31	0	0,41	0,70
	стресс	14,1	85,9	0	0,16	0,16	0	0,49	0,78
<i>Anemonoides × korshinskyi</i>	оптимум	34,8	65,2	0	0,53	0,53	0	0,33	0,65
	стресс	18,3	81,7	0	0,22	0,22	0	0,52	0,74
<i>Clematis integrifolia</i>	оптимум	16,0	84,0	0	0,19	0,19	0	0,46	0,79
	стресс	7,5	92,5	0	0,08	0,08	0	0,54	0,84
<i>Delphinium subcuneatum</i>	оптимум	25,5	74,5	0	0,34	0,34	0	0,42	0,70
	стресс	16,0	84,0	0	0,19	0,19	0	0,42	0,79
<i>Pulsatilla patens</i>	оптимум	21,0	71,1	7,9	0,27	0,30	0,09	0,50	0,73
	стресс	11,4	86,0	2,6	0,13	0,13	0,03	0,55	0,77
<i>Ranunculus polyphyllus</i>	оптимум	2,5	97,5	0	0,03	0,03	0	0,54	0,88
	стресс	13,6	86,4	0	0,16	0,16	0	0,52	0,84
<i>Ranunculus polyrhizos</i>	оптимум	5,4	94,6	0	0,06	0,06	0	0,50	0,86
	стресс	1,6	97,1	1,3	0,02	0,02	0,01	0,59	0,82
<i>Trollius europaeus</i>	оптимум	38,9	57,9	3,2	0,64	0,67	0,03	0,35	0,60
	стресс	22,4	62,6	15,0	0,29	0,36	0,18	0,50	0,65

Индексы замещения, восстановления и старения в изученных ценопопуляциях, в целом, имеют низкие значения, что свидетельствует о достаточно слабой способности видов к самоподдержанию и самовосстановлению на уровне ценопопуляций. Среди исследованных видов лучшие, хотя и не высокие, демографические показатели имеют *Trollius europaeus*, *Anemonoides × korshinskyi*, *Adonanthe vernalis*, *A. volgensis* и *Anemonoides altaica* (в условиях, близких к оптимальным). Наименьшая способность к самовосстановлению и самоподдержанию отмечена у *Clematis integrifolia*, *Pulsatilla patens*, *Ranunculus polyphyllus* и *R. polyrhizos*. В большинстве случаев с повышением нагрузки индексы замещения и восстановления снижаются на 25–50%, лишь в ценопопуляциях *Ranunculus polyphyllus*, напротив, возрастают. При возрастании антропогенной нагрузки общая численность популяции, как и число генеративных растений *Ranunculus polyphyllus*, существенно сократилась. Изменение соотношения между прегенеративными и генеративными растениями в сторону роста доли молодых особей связано с возможностью появления проростков на береговой отмели при обмелении водоема. Это подтверждает мнение о появлении проростков, связанном с подсушиванием семян.

Согласно критерию «дельта-омега» [23], большинство ценопопуляций относятся к зрелому типу. Однако у *Pulsatilla patens* в условиях высокой антропогенной нагрузки отмечены стареющие ценопопуляции ( $\Delta = 0,55$ ,  $\omega = 0,77$ ), у *Trollius europaeus* при низкой нагрузке – зрелые ( $\Delta = 0,35$ ,  $\omega = 0,60$ ), при высокой нагрузке – переходные ( $\Delta = 0,50$ ,  $\omega = 0,65$ ), у *Anemonoides × korshinskyi* при низкой нагрузке – переходные ( $\Delta = 0,55$ ,  $\omega = 0,77$ ).

Полученные при ценопопуляционных исследованиях данные (численность особей в популяции, занимаемая площадь, эффективная плотность особей)

были использованы при оценке модельных видов согласно критериям и категориям МСОП. Заметим, что в Российской Федерации такие работы до настоящего времени не получили широкого распространения [29; 32–34], что зачастую связано с отсутствием необходимой биологической и экологической информации (кроме факта присутствия вида на конкретной территории). Ниже представлены результаты применения системы категорий и критериев Красного списка МСОП по отношению к некоторым представителям семейства Ranunculaceae, произрастающим на территории Самарской области (табл. 3).

Все рассматриваемые виды произрастают и размножаются в регионе, поэтому могут быть оценены. В случаях, когда информация о состоянии популяций какого-либо таксона отсутствовала для ряда местонахождений, мы экстраполировали имеющиеся данные о состоянии обследованных нами популяций.

– Критерий А (сокращение размера популяции) не был применен, поскольку все оцениваемые нами таксоны имеют показатели выше порогового.

– Критерий В (географический ареал) использовался в тех случаях, когда область обитания или область распространения таксона сильно фрагментированы или количество локалитетов исследуемых представителей достигло предельных значений.

– Критерий С (малый размер популяции и ее сокращение) применялся для таксонов с низкой численностью особей в исследуемом регионе.

– Критерий D (очень маленькая или ограниченная по размеру популяция) был использован для оценки таксонов, численность особей которых в обследованных популяциях достигала минимальных значений.

– Критерий E (количественный анализ риска исчезновения) не был применен, поскольку необходимая информация для оценки применительно к исследуемым таксонам отсутствует.

**Таблица 3** – Основные параметры оцениваемых таксонов, а также результаты применения категорий и критериев Красного списка МСОП

Таксон	Область распространения, км <sup>2</sup> *	Область обитания, км <sup>2</sup> **	Количество локалитетов***	Общая численность в регионе****	Количество половозрелых особей****	Критерии	Категория
<i>Adonanthe vernalis</i>	37270,8	3200	38	9272	5832	–	LC
<i>Adonanthe volgensis</i>	25949,8	2400	30	18090	13079	–	LC
<i>Anemonoides altaica</i>	197,8	12	2	288	247	B1ab(iii,v) + 2ab(iii,v); C2a(i)	EN
<i>Anemonoides</i> × <i>korshinskyi</i>	20,0	4	1	168	137	B1ab(v) + 2ab(v)	CR
<i>Clematis integrifolia</i>	4401,3	100	4	660	610	B1ab(iii,v) + 2ab(iii,v); C2a(i)	EN
<i>Delphinium subcuneatum</i>	610,0	16	2	63	53	C2a(i)	CR
<i>Pulsatilla patens</i>	31911,5	4400	35	1225	1054	–	LC
<i>Ranunculus polyphyllus</i>	10891,4	24	8	136	118	C2a(i)	CR
<i>Ranunculus polyrhizos</i>	136,0	8	4	138	134	B2ab(v); C2a(ii)	CR
<i>Trollius europaeus</i>	4639,9	400	7	952	596	VU B1ab(v) + 2ab(v); C2a(i); D1	VU

*Примечания.* \* Область распространения (Extent of Occurrence) – пространство внутри кратчайшей непрерывной воображаемой границы, которая включает в себе все известные, подразумеваемые или прогнозируемые современные местонахождения таксона, исключая его случайные встречи. \*\* Область обитания (Area of Occurance) – пригодное место обитания, занимаемое таксоном в настоящее время. \*\*\* Локалитет (Locality) – географически или экологически четко ограниченная область, в которой одно угрожаемое событие может быстро затронуть все особи данного таксона. \*\*\*\* Приведены минимальные значения, т.е. оценивались популяции, находящиеся в условиях антропогенного пресса.

Мы намеренно не приводим здесь характеристику критериев и подкритериев МСОП, поскольку она подробно изложена в ряде русскоязычных публикаций [25; 27].

*Adonanthe vernalis* и *Adonanthe volgensis*. Для оценки этих таксонов на региональном уровне применительно к территории Самарской области критерий В не подходит, поскольку величины области распространения и области обитания превышают пороговые показатели в 20000 км<sup>2</sup> и 2000 км<sup>2</sup> соответственно; количество локалитетов >10, нет сильной фрагментации (расстояние между локалитетами превышает 50 км). Критерий С не подходит, поскольку общая численность в регионе превышает 10000 особей (в таблице 3 указаны лишь минимальное значение численности, рассчитанное для условий антропогенного пресса, тогда как не все локалитеты находятся в подобных условиях, то численность особей значительно выше). Критерий D также не подходит, поскольку общая численность в регионе не должна превышать 1000 особей. Следовательно, оба таксона не относятся к группе «находящихся под угрозой исчезновения». В то же время, при условии увеличения антропогенной нагрузки *A. vernalis* может перейти в категорию VU (по критерию С), о чем свидетельствуют значения общей численности в регионе, близкие к пороговым. Следовательно, вид может быть отнесен к категории таксонов, находящихся в состоянии, близком к угрожаемому (NT). *A. volgensis* имеет широкое распространение и высокую численность в регионе, поэтому может быть оценен как вы-

зывающий наименьшие опасения (LC). На следующем этапе используем алгоритм адаптации категорий МСОП к региональным условиям (рис. 1). Популяции *A. vernalis* и *A. volgensis* в Самарской области получают приток диаспор из конспецифичных популяций, произрастающих на территории сопредельных регионов, и уменьшение такого притока вряд ли произойдет в ближайшем будущем, поэтому категории, полученные на предыдущем этапе, должны понизиться. Для *A. vernalis* это будет LC, а для *A. volgensis* следующей по рангу категорией оказывается DD – недостаток данных. В данном случае мы не стали изменять категорию, определив ее как LC, поскольку необходимые для оценки данные имеются.

*Anemonoides altaica*. В Самарской области находится изолированная популяция вида на юго-восточной границе его распространения [13]. Согласно критерию В, область распространения и область обитания *A. altaica* в условиях Самарской области соответствуют категории EN, поскольку их значение находится в интервалах 100–5000 км<sup>2</sup> и 10–500 км<sup>2</sup> соответственно. Известно 2 локалитета, из которых один находится в Предволжье (Самарская Лука), другой – в Заволжье (Соколы горы), что отвечает условию «а». Популяционными исследованиями установлено снижение количества половозрелых особей (здесь и далее – данные о снижении численности см. в таблице 3) – условие b(v). В угнетенном состоянии находится заволжская популяция *A. altaica*, что связано с хозяйственным и рекреационным использованием пригородных лесных массивов и, как след-

ствии, изменением эколого-фитоценологических условий. Это соответствует условию b(iii). Количество половозрелых особей в популяции (<2500) и наблюдаемое их сокращение соответствуют критерию C2a(i) категории EN. Популяция *A. altaica* мала (в условиях антропогенного пресса количество половозрелых особей немного меньше допустимого порога в 250 особей) и ограничена по размеру (область обитания составляет <20 км<sup>2</sup>, а число локалитетов – 2, что отвечает критериям D и D2 категории VU. Таким образом, оцениваемый таксон имеет сразу две категории – EN по критериям B и C и VU по критерию D. В данном случае, согласно рекомендациям МСОП [25; 26], необходимо выбрать наивысшую категорию, следовательно, необходимо присвоить *A. altaica* категорию EN с критериями B1ab(iii,v) + 2ab(iii,v); C2a(i). Региональная популяция не получает притока диаспор извне, соответственно категория, полученная на предыдущем этапе, не изменяется.

*Anemonoides × korshinskyi* – эндемик Среднего Поволжья, представленный в регионе дизъюнктивной популяцией [13]. Согласно критерию B, область распространения и область обитания этого таксона соответствуют категории высшей степени угрозы исчезновения CR, поскольку их значение составляет менее 100 км<sup>2</sup> и 10 км<sup>2</sup> соответственно. В Самарской области находится единственный локалитет, другой расположен в Ульяновской области на расстоянии более 200 км (условие «а»). Исследованиями установлено снижение половозрелых особей в популяции, что соответствует условию b(v). Количество половозрелых особей в популяции и их продолжающееся сокращение соответствуют критерию C2a(i) категории EN. Популяция *A. × korshinskyi* также соответствует критерию D категории EN, поскольку количество половозрелых особей менее 250. Приток диаспор извне отсутствует, соответственно категория угрозы исчезновения для *A. × korshinskyi* – CR B1ab(v) + 2ab(v).

*Clematis integrifolia* – вид с неопределенным статусом, согласно Красной книге Самарской области [13]. По критерию B, область распространения и область обитания *C. integrifolia* соответствуют категории EN, поскольку их значение находится в интервалах 100–5000 км<sup>2</sup> и 10–500 км<sup>2</sup> соответственно. Известно четыре локалитета, один из них располагается на Самарской Луке и три – в Заволжье. Расстояние между локалитетами превышает 50 км (условие «а»). Популяционными исследованиями установлено снижение количества половозрелых особей – условие b(v). Заволжские популяции, особенно располагающиеся в окрестностях г. Самары и г. Тольятти, находятся в условиях сильной антропогенной нагрузки, связанной с рекреацией. Другими факторами, отрицательно сказывающимися на численности вида, является его низкая конкурентоспособность и изменение фитоценотической обстановки в результате зарастания степных склонов (условие b(iii)). Общее количество половозрелых особей (менее 2500) позволяет при оценке таксона использовать также критерий C. Количество особей в каждой из популяций не превышает 250 особей (критерий C2a(i)), что соответствует категории EN. О притоке диаспор извне неизвестно, следовательно категория угрозы исчезновения для *C. integrifolia* – EN B1ab(iii,v) + 2ab(iii,v); C2a(i).

*Delphinium subcuneatum* – субэндемичный средневожско-южноуральско-днепровский вид с неопределенным статусом [13], в Самарской области

расположено его классическое местонахождение. Область распространения не превышает 5000 км<sup>2</sup> (B1), а площадь обитания – не более 500 км<sup>2</sup> (B2), что соответствует категории EN. Расстояние между известными локалитетами – Жигулевскими горами и Рачейским лесным массивом составляет более 90 км (условие «а»). Популяционными исследованиями установлено снижение количества половозрелых особей – условие b(v). Поскольку общее количество особей не превышает 250, а количество половозрелых особей в каждой из популяций менее 50, то согласно критерию C2a(i) таксон относится к категории CR. По критерию D таксон может быть отнесен к категории EN (количество половозрелых особей составляет от 50 до 250). Таким образом, категория угрозы для *D. subcuneatum* – CR C2a(i). Поскольку приток диаспор извне, вероятно, отсутствует, то полученная в результате оценки категория не изменяется.

*Pulsatilla patens*. Для оценки этого таксона критерий B не подходит, поскольку размеры области распространения и области обитания превышают пороговые показатели, количество локалитетов более 10, нет сильной фрагментации. Общая численность в регионе составляет менее 2500 особей и таксон можно было бы отнести к критерию C, однако для этого он должен соответствовать одному из подкритериев C1 или C2. Продолжающееся сокращение численности *P. patens* зафиксировано, но количество половозрелых особей в каждой популяции и процент половозрелых особей выше порогового. Следовательно, оценить этот таксон по критерию C мы также не можем. При условии увеличения антропогенной нагрузки *P. patens* может перейти в категорию VU (по критерию C), о чем свидетельствуют пороговые значения общей численности в регионе. Таким образом, он может быть отнесен к категории таксонов, находящихся в состоянии, близком к угрожаемому (NT). В то же время региональные популяции *P. patens* получают приток диаспор из конспецифичных популяций, произрастающих на территории сопредельных регионов и уменьшение такого притока вряд ли произойдет в ближайшем будущем, следовательно, категория угрозы исчезновения для данного таксона – LC.

*Ranunculus polyphyllus* – вид с неопределенным статусом, согласно Красной книге Самарской области [13]. Область распространения таксона соответствует подкритерию B1 категории VU, область обитания – подкритерию B2 категории EN. По количеству локалитетов соблюдается условие «а» (категория VU), а установленное снижение количества половозрелых особей отвечает условию b(v). По общему количеству половозрелых особей (менее 250) и их количеству в каждой популяции (менее 50), согласно критерию C2a(i), таксон относится к категории CR. По критерию D таксон может быть отнесен к категории EN (количество половозрелых особей составляет от 50 до 250). Таким образом, категория угрозы для *R. polyphyllus* – CR C2a(i). Поскольку неизвестно, получают ли региональные популяции приток диаспор извне, которые затем могут привести к размножению организма в регионе, категория, полученная на предыдущем этапе, не изменяется.

*Ranunculus polyrhizos* в Самарской области находится на северной границе распространения [13]. Согласно критерию B, область распространения этого таксона соответствует категории EN, поскольку ее значение находится в интервалах 100–5000 км<sup>2</sup>, а об-

ласть обитания – категории CR, поскольку составляет менее 10 км<sup>2</sup>. Область обитания сильно фрагментирована – известные популяции (на Самарской Луке, в окрестностях Сызрани, Безенчукском районе и на юге Сыртового Заволжья) удалены друг от друга на расстояние более 50 км (условие «а»). Исследованиями установлено снижение половозрелых особей в популяции, что соответствует условию b(v). По критерию C таксон также может быть оценен как находящийся на грани исчезновения (CR), поскольку количество половозрелых особей составляет менее 250 особей, а доля половозрелых особей в одной популяции составляет 97,1% (подкритерий C2a(ii)). По критерию D таксон соответствует категории EN. Едва ли региональные популяции получают приток диаспор извне, поэтому категория угрозы для *R. polyrhizos* – CR B2ab(v); C2a(ii).

*Trollius europaeus*, согласно критерию В, в условиях Самарской области соответствуют категории EN, поскольку значения области распространения и области обитания находятся в интервалах 100–5000 км<sup>2</sup> и 10–500 км<sup>2</sup> соответственно. Область обитания сильно фрагментирована – известные популяции (в Предволжье – на Самарской Луке, в Рачейском лесном массиве, Шигонском районе, а также в Заволжье) удалены друг от друга на расстояние более 50 км (условие «а»). Популяционными исследованиями установлено снижение количества половозрелых особей – условие b(v). По критерию С категория редкости также определена как EN, поскольку общее количество половозрелых особей составляет менее 2500, а их количество в каждой популяции не превышает 250 (C2a(i)). Согласно подкритерию D1, таксон соответствует категории VU. Можно предположить, что часть популяций *T. europaeus* (особенно находящихся в Кошкинском, Клявлинском, Сызранском и Шигонском районах) получают приток диаспор из конспецифичных популяций, и уменьшение такого притока вряд ли ожидается, то следует понизить категорию угрозы до VU B1ab(v) + 2ab(v); C2a(i); D1.

#### Заключение

Сведения о пространственно-онтогенетической структуре природных ценопопуляций редких видов растений имеют исключительную значимость при оценке современного состояния видов в конкретных регионах. На территории Самарской области в ходе исследований выявлены особенности популяционной организации у десяти представителей семейства Ranunculaceae, занесенных в региональную Красную книгу [13]. Все виды имеют невысокую способность к самоподдержанию и самовосстановлению. Самая низкая способность к самостоятельному восстановлению и поддержанию численности отмечена у *Clematis integrifolia*, *Pulsatilla patens*, *Ranunculus polyphyllus* и *R. polyrhizos*. Почти у всех видов антропогенная нагрузка на местообитания приводит к еще большему снижению демографических показателей и сдвигу пика онтогенетического спектра ценопопуляций в правую сторону, что обуславливает старение ценопопуляций.

Применение критериев и категорий Красного списка МСОП позволило выявить региональный статус редкости исследуемых видов. Наиболее уязвимыми оказались эндемичные виды *Anemonoides × korshinskyi* и *Delphinium subcuneatum*, а также *Ranunculus polyphyllus* и *R. polyrhizos* (категория CR – находящиеся на грани полного исчезновения). *Anemonoides altaica* и *Clematis integrifolia* соответствуют

категории EN – исчезающие. К уязвимым видам (категория VU) относится *Trollius europaeus*. *Adonanthe vernalis*, *A. volgensis* и *Pulsatilla patens* оказались в категории LC – вызывающие наименьшие опасения. Все оцениваемые виды занесены в Красную книгу Самарской области. При этом наименее угрожаемые из них (LC) соответствуют категории 5 («восстанавливаемые и восстанавливающиеся таксоны») в региональной Красной книге, тогда наиболее уязвимые (CR) – категориям 3 («редкий таксон») и 4 («неопределенный по статусу таксон»). Разница в категориях позволяет по-иному взглянуть на определение природоохранного статуса таксонов при подготовке следующего издания региональной Красной книги и вначале оценить все таксоны региональной флоры по критериям и категориям МСОП, а на следующем этапе включить наиболее уязвимые из них в Красную книгу.

#### Список литературы:

1. Саксонов С.В., Плаксина Т.И., Задульская О.А., Ильина В.Н., Симонова Н.И., Соловьева В.В., Устинова А.А. Лютиковые (Ranunculales, Ranunculaceae) в Красной книге Самарской области // Самарская Лука: Бюллетень. 2003. № 13. С. 194–208.
2. Федоров Н.И. Род *Delphinium* L. на Южном Урале: экология, популяционная структура и биохимические особенности. Уфа: Изд-во «Гилем», 2003. 149 с.
3. Белых О.А. Исследования состояния ценопопуляций полезных растений семейства Ranunculaceae L. // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: мат-лы III междунар. науч. конф. Томск: ТГУ, 2005. С. 116–117.
4. Яковлев И.Л., Жигунов О.Ю. Влияние рекреации на некоторые параметры весеннецветущих эфемероидных растений семейства Ranunculaceae // Уралэкология, природные ресурсы – 2005: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. Уфа, 11–13 октября 2005 г. Уфа, 2005. С. 216–217.
5. Kalliovirta M., Rytteri T., Heikkinen R.K. Population structure of a threatened plant, *Pulsatilla patens* in boreal forests: modelling relationships to overgrowth and site closure // Biodiversity Conservation. 2006. Vol. 15. P. 3095–3108.
6. Ильина В.Н. Некоторые результаты исследований ценопопуляций *Anemone sylvestris* L. (Ranunculaceae) в Самарском Заволжье // Самарская Лука: проблемы региональной глобальной экологии. 2009. Т. 18, № 4. С. 159–170.
7. Ильина В.Н., Саксонов С.В. Некоторые итоги изучения ценопопуляций адонисов весеннего и волжского (*Adonis vernalis* L. и *A. volgensis* Stev.) в бассейне Средней Волги // Бюллетень Главного ботанического сада. 2010. Вып. 196. С. 107–116.
8. Muncaciu S., Gafta D., Cristea V., Roşca-Casian O., Goia I. Eco-coenotic conditions and structure of *Trollius europaeus* L. populations in an extrazonal habitat complex (Transylvanian Carpathian foothills) // Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 2010. Vol. 205, № 11. P. 711–720. DOI: 10.1016/j.flora.2010.04.017.
9. Белых О.А. Динамика онтогенетической структуры интродукционных популяций полезных растений семейства Ranunculaceae в Предбайкалье // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (27). С. 10–33.
10. Юсупова О.В., Абрамова Л.М., Юсупов И.Р. Оценка влияния комплекса экологических факторов на морфометрические параметры эндемичного вида *Anemonestrum biarmense* (Juz.) Holub в ценопопуляциях горного Урала // Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 4. С. 65–70.
11. Ильина В.Н. Демографическая структура ценопопуляций адониса весеннего (*Adonanthe vernalis* (L.)

Sprach) в Самарском Высоком Заволжье // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28, № 3. С. 205–210. DOI: 10.24411/2073-1035-20189-10256.

12. Юсупова О.В., Абрамова Л.М., Юсупов И.Р. Динамика популяций *Anemonastrum biarmense* (Juz.) Holub (Ranunculaceae) в Южно-Уральском заповеднике (Республика Башкортостан) // Ботанический журнал. 2020. Т. 105, № 9. С. 861–877.

13. Красная книга Самарской области. Т. I. Редкие виды растений и грибов / под ред. С.А. Сенатора, С.В. Саксонова. Изд. 2-е, перераб. и доп. Самара, 2017. 384 с.

14. Климат Самарской области и его характеристики для климатозависимых отраслей экономики / Б.Г. Шерстюков и др. Самара: Приволжское УГМС: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2006. 168 с.

15. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.; Л., 1950. Вып. 6. С. 7–204.

16. Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1969. Т. 79, № 1. С. 119–135.

17. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7–34.

18. Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура / отв. ред. А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. М.: Наука, 1976. 216 с.

19. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. Возрастная структура ценопопуляций многолетних растений и ее динамика // Журнал общей биологии. 1978. Т. 39, № 6. С. 849–857.

20. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.

21. Глогов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Ч. 1. Йошкар-Ола: МарГУ, 1998. С. 146–149.

22. Османова Г.О., Животовский Л.А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020. № 2. С. 144–152.

23. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

24. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной биологии. М.: Наука, 1990. 296 с.

25. Подкомитет стандартов и петиций МСОП. 2013. Инструкции по использованию Категорий и критериев

Ильина В.Н., Сенатор С.А. Оценка состояния редких видов Красного списка МСОП. Версия 10.1. – [http://www. iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf](http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf).

26. Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria. 2017. Version 13. 108 p.

27. Заварзин А.А., Мучник Е.Э. Возможности применения глобальных категорий и критериев Красного списка Всемирного союза охраны природы на региональном уровне // Ботанический журнал. 2005. Т. 90, № 1. С. 105–118.

28. Гельтман Д.В. Категории статуса редкости в Красных книгах // Ботанический журнал. 2017. Т. 102, № 7. С. 875–888.

29. Хапугин А.А., Силаева Т.Б., Варгот Е.В., Чугунов Г.Г., Гришуткина Г.А., Гришуткин О.Г., Письмаркина Е.В., Орлова Ю.С. Оценка таксонов первого тома Красной книги Республики Мордовия (Россия), согласно категориям и критериям Красного списка МСОП // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Vol. 2 (suppl. 1). С. 164–189. DOI: 10.24189/ncr.2017.004.

30. Gardenfors U., Hilton-Taylor C., Mace G., Rodriguez J.P. The application of IUCN Red List criteria at regional levels // Conservation Biology. 2001. Vol. 15, № 5. P. 1206–1212.

31. IUCN. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. 2012. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 41 p.

32. Литвинская С.А., Муртазалиев Р.А. Кавказский элемент во флоре Российского Кавказа: география, созоология, экология. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2009. 439 с.

33. Blinova I.V., Uotila P. *Chamorchis alpina* and *Epipactis helleborine* in the Murmansk Region, Russia, and assessments of the orchids in the Region using the IUCN Red List Categories // Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica. 2011. Vol. 87. P. 21–28.

34. Senator S., Savchuk S., Lebed'ko V. Estimation of the rare status of *Iris aphylla* L. according to the categories and criteria of the IUCN Red list in the western and eastern edge of the East European plain // International Conferences «Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept». 2020. BIO Web of Conferences 24, 00075 (2020). DOI: 10.1051/bioconf/20202400075.

*Работа выполнена в рамках гос. задания Самарского государственного социально-педагогического университета, а также в рамках гос. задания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные прикладные вопросы изучения и сохранения» (№ 18-118021490111-5).*

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Ильина Валентина Николаевна</b>, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики обучения; Самарский государственный социально-педагогический университет (г. Самара, Российская Федерация). E-mail: Siva@mail.ru.</p> <p><b>Сенатор Степан Александрович</b>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории дендрологии; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва, Российская Федерация). E-mail: stsenator@yandex.ru.</p>	<p><b>Ilina Valentina Nikolaevna</b>, candidate of biological sciences, associate professor of Biology, Ecology and Methods of Teaching Department; Samara State University of Social Sciences and Education (Samara, Russian Federation). E-mail: Siva@mail.ru.</p> <p><b>Senator Stepan Aleksandrovich</b>, candidate of biological sciences, leading researcher of Dendrology Laboratory; N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation). E-mail: stsenator@yandex.ru.</p>

**Для цитирования:**

Ильина В.Н., Сенатор С.А. Оценка состояния редких видов из семейства Ranunculaceae в Самарской области с учетом ценопопуляционных характеристик // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 4. С. 72–79. DOI: 10.17816/snv202094111.