

Созологический анализ как возможный инструмент ведения лихенологических разделов Красных книг

Е. Э. Мучник

Институт лесоведения Российской академии наук, с. Успенское, г. Одинцово, Московская обл.

emuchnik@outlook.com

Аннотация

Разработаны основы созологического анализа лишайников для формирования списков нуждающихся в охране видов, определения их природоохранного статуса и последующего ведения региональных Красных книг. Анализ полезен в случаях недостатка сведений по распространению, количественных показателей и структуре популяций предлагаемых к охране видов. Адаптированная для лишайников созологическая матрица включает биологические, экологические, биогеографические, созологические и экономические (хозяйственные) признаки. В качестве апробации метода произведен расчет созологического индекса для четырех видов лишайников, включенных в новый список охраняемых видов России, и двух обычных, широко распространенных видов. Представлено примерное соотношение показателей комплексной созологической оценки и категорий, принятых в Международной и национальной Красных книгах.

Ключевые слова:

лишайники, охраняемые виды, критерии отбора видов для охраны, созологическая матрица, природоохранная биология

Созология (от греч. *sozo* – охранять) – созологическая экология, созиэкология – отрасль общей экологии, разрабатывающая научные основы охраны экосистем, биоценозов, отдельных видов и популяций растений и животных. Термин был введен в науку польским геологом и экологом W. Goetel в 1966 г. [1]. L. Gawor в статье, посвященной жизни и научным исследованиям В. Гетеля, характеризует это как создание автономной междисциплинарной отрасли науки, связанной с защитой окружающей среды [2]. Суть идеи заключалась в определении предмета предполагаемой отраслевой науки, который включал бы в себя охрану как природной, так и социальной среды, что стало большим прорывом и сегодня является неоспоримой аксиомой экологии, экофилософии, изучения защиты жизни человека в окружающей среде и идеи устойчивого развития. Современным и более всеобщепотребительным аналогом является термин «Природоохранная биология»,

The sozological analysis as a possible tool for compiling lichenological parts of Red Data Books

E. E. Muchnik

Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, Uspenskoe village, Odintsovo town, Moscow region

emuchnik@outlook.com

Abstract

The article highlights the principles of sozological analysis of lichens to form lists of threatened species, determination of their conservation status, and subsequent inclusion into regional Red Data Books. The analysis is useful when we lack information on distribution, quantitative indicators, and population structure of species to be protected. The lichen-adapted sozological matrix includes biological, ecological, biogeographical, sozological and economic characters. To approbate the method, we calculated the sozological index for four lichen species included into the new list of protected species of Russia and two common widespread lichens. The article demonstrates an approximate correlation between the indices of complex sozological assessment and the categories adopted in the International and national Red Data Books.

Keywords:

lichens, protected species, criteria for selecting species for protection, sozological matrix, nature conservation biology

или «Биология охраны природы» (Conservation Biology). Основы науки с этим названием опубликовали М. Е. Soule и В. А. Wilcox в 1980 г. [3], впоследствии она получила широкое признание [4, 5 и др.].

Заметим, что во второй половине XX в. идеи такого рода буквально «витали в воздухе». В 1965 г. эколог G. E. Hutchinson сравнил живую природу с «экологическим театром», на сцене которого происходит «спектакль эволюции» [6]. Эта метафора определяет миссию созологии/природоохранной биологии: «... сохранить актеров в этом спектакле эволюции и экологическую сцену, на которой происходит игра» [4]. В начале 1960-х гг. Международным союзом охраны природы (МСОП, IUSN) учреждена первая Международная Красная книга («The IUSN Red List»), что в дальнейшем инициировало процесс создания Красных книг («редлистинг») от национальных до региональных и даже муниципальных. Первое издание Международной

Красной книги включало только позвоночных животных, в дальнейшем «спектр» предлагаемых к охране организмов постепенно расширялся, включая беспозвоночных животных, сосудистые растения, грибы и др. [7]. Следует отметить, что, по сравнению с первыми выпусками, концепция «The IUSN Red List» существенно изменилась. Если ранее это издание содержало сведения исключительно о видах, находящихся под угрозой исчезновения и нуждающихся в специальных мерах охраны, то на сегодня одной из важнейших задач считается оценка всех существующих ныне видов организмов. Данный факт, а также научно-рекомендательный характер определяет основные отличия «The IUSN Red List» от Красных книг (всех уровней – от федерального до муниципального) в нашей стране.

Лишайник впервые появляется в Международной Красной книге в 2003 г. по предложению С. Scheidegger [8], это вид *Erioderma pedicellatum* (Hue) P. M. Jørg. с категорией CR (Critically Endangered – находящийся под критической угрозой исчезновения). К настоящему моменту «The IUSN Red List» включает 139 видов лишайников, 84 из которых относятся к «угрожаемым» категориям – CR, EN (Endangered – исчезающие) и VU (Vulnerable – уязвимые) [7].

В СССР первое издание Красной книги вышло в 1978 г. [9], но лишайники не были в нем представлены. В количестве 29 видов они появляются во втором издании 1984 г. [10] и те же виды включены в Красную книгу РСФСР 1988 г. [11]. В Красную книгу Российской Федерации 2008 г. [12] занесены 42 вида лишайников, а в планируемом новом издании [13] их число возросло до 75 (рис. 1).



Рисунок 1. Динамика представленности лишайников в Красных книгах СССР и России.

Figure 1. Dynamics of lichen species included in the Red Data Books of the USSR and Russia.

Во всех 89 субъектах Российской Федерации на сегодня разработаны и действуют региональные Красные книги, лихенологический раздел отсутствует только в девяти из них, еще в нескольких регионах списки охраняемых лишайников включают не более пяти видов. Отметим, что большинство имеющихся региональных списков охраняемых видов лишайников базируются на очень разных критериях и принципах, от собственных разработок до критериев МСОП. Применение последних на региональном уровне вполне возможно и целесообразно, в том числе для криптогамных организмов [14], а согласно новому положению о Красной книге Российской Федерации [13], для издания федерального уровня является обязательным.

Однако существует ряд причин, по которым в России применение критериев МСОП для лишайников, особенно на региональном уровне, затруднительно. Объективные: крайне неравномерная изученность в лихенологическом отношении российских регионов, острый недостаток специалистов, а также разница юридического статуса «The IUSN Red List» и Красных книг в России, являющихся федеральным либо региональным (изредка и муниципальным, для городов федерального подчинения) законом, неисполнение которого подразумевает гражданскую/административную и вплоть до уголовной ответственности. Если первые две причины не требуют пояснений, то последняя определяет некоторые административные требования к объектам, включаемым в Красную книгу (в особенности, максимальная узнаваемость и возможность точной идентификации с наименьшими затратами). Кроме того, зачастую специалистам, составляющим списки «угрожаемых» видов, администрации регионов ставят ограничения по количеству включаемых в Красные книги объектов. Это вынуждает заносить в списки охраняемых так называемые «виды-зонтики» – не самые редкие, достаточно крупные и легко узнаваемые в природе макролишайники, как правило, произрастающие в группировках с нуждающимися в охране редкими, но малозаметными микролишайниками, идентификация которых без специалиста-лихенолога сложна либо невозможна.

Субъективные причины: отсутствие единого «общепринятого» мнения лихенологов по определению понятий «индивидуум», или «особь», «половозрелая особь», «популяция», «фрагментация ареала» и др. Все эти понятия фигурируют в критериях МСОП, но их оценка требует не только «договоренности» всех региональных специалистов по определению понятий, но и разработки «общих» методик количественных учетов для видов разных жизненных форм. Популяционная экология лишайников – сравнительно новое, развивающееся около 30 лет направление, за этот период изучены всего нескольких десятков видов, преимущественно кустистых или листоватых экобиоморф [15–21 и др.]. Большинство исследований относится к наиболее распространенным массовым лишайникам, лишь незначительная часть публикаций [18–20 и др.] касается редких или охраняемых видов из разных стран мира и российских регионов.

Здесь уместно привести цитату из монографии Г. К. Meffe с соавторами [4, цит. по: 22, с. 19, переводной версии 2004 г., ред.: И. Э. Смелянский, И. И. Любечанский]: «У специалистов по биологии охраны природы часто запрашивают информацию различные структуры, которые занимаются такими вопросами, как создание охраняемых территорий, последствия интродукции видов, распространение редких и находящихся под угрозой видов, экологическая экспертиза. Эти вопросы обычно политически и экономически важны, и решения не могут ждать детальных исследований, занимающих месяцы и годы. “Эксперт” должен предоставить быстрые, ясные и точные ответы (что, конечно, обычно невозможно). На него смотрят с неудовольствием, если его ответы не удовлетворяют “заказчика” или противоречат краткосрочной экономической

выгоде. Таким специалистам постоянно приходится балансировать между строгой научной достоверностью, которая добывается ценой порой фатального промедления, или рекомендовать действовать, основываясь на общих соображениях и неполной информации и рискуя своей научной репутацией».

В таких условиях оптимальным решением при подготовке лихенологических разделов региональных Красных книг будет использование комплексного созологического анализа [23, 24], уже апробированного в нескольких регионах для оценки подлежащих охране видов насекомых, птиц, сосудистых растений и водорослей [25–28 и др.]. Данная публикация представляет собой попытку разработки основ созологического анализа лишайников для формирования списков нуждающихся в охране видов, определения их природоохранного статуса и последующего ведения региональных Красных книг. Анализ полезен в случаях недостатка сведений по распространению, количественных показателей и структуре популяций предлагаемых к охране видов.

Изначально авторами методики [23] постулированы общие принципы отбора таксонов для охраны, порядок которых несколько изменен в связи со значимостью и возможностями применения их по отношению к лишайникам, как объектам анализа:

1. Биологический принцип. Характеризует структуру и динамику природных популяций редких таксонов и их репродуктивную возможность. Этот принцип во многом определяет статус сохранности таксона, но ввиду упомянутой выше сложности и недостатка методических разработок в популяционной экологии лишайников, в большинстве случаев будет опираться на данные о количестве местонахождений вида в регионе и комплексный показатель его обилия/встречаемости в типичных экотопах.

2. Экологический принцип. Позволяет оценить степень уязвимости среды обитания таксона (или устойчивость биотопа к различным антропогенным воздействиям) и классифицировать таксоны по специфичности местообитания, эколого-ценотической амплитуде. Качественное состояние среды обитания во многом определяет сохранность вида. Для лишайников, используемых традиционно в экологическом мониторинге, этот принцип исключительно важен и обязателен для применения.

3. Биогеографический (хорологический) принцип. Учитывает структуру и топографию общего ареала таксона. Каждый таксон, рассматриваемый как кандидат в Красную книгу, должен удовлетворять одному из четырех качеств: эндемизм, изолированность от основного ареала, обитание на границе или внутри ареала. Первые три качества (эндемизм, изолированность, граничность) являются предпочтительными при выборе таксонов для охраны.

4. Созологический принцип. Учитывает принадлежность таксона к Красным книгам высшего ранга [7, 13, 29] и регионального уровня (списки охраняемых растений и животных природоохраненных регионов, субъектов Российской Федерации, административных районов), а также к спискам международных Конвенций по охране растений и животных.

5. Хозяйственно-экономический принцип. Учитывает ресурсно-хозяйственную ценность таксона, полезные свойства, а также возможность его практического использования в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства, бытовой деятельности человека.

6. Биогенетический принцип. Учитывает принадлежность редкого таксона к одному из биомов: бореальному (таежному), неморальному, лесостепному, степному, пустынному. Значимость таксона возрастает по мере несоответствия условий современного существования таксона и условий его исторического ареала.

7. Филогенетическо-таксономический принцип. Устанавливает положение вида в системе растительного и животного мира (выявление филогенетической древности таксона) и указывает на монотипность или политипность таксона в системе рода, семейства и т. д. Анализ этих сведений позволяет глубже рассмотреть вопросы как филогенетической, так и биогеографической реликтовости и оценить возраст формирования таксона.

Два последних принципа на современном этапе развития лихенологии использовать довольно сложно. Данных о географии лишайников недостаточно, в то же время широкое распространение (и иногда одновременно редкая встречаемость!) многих видов не дает возможности определения наиболее характерного для них биома. Что же касается положения большого числа таксонов лишайников в системе грибов, то этот показатель в последние годы стремительно меняется, результаты таксономического анализа могут устареть даже за время от написания статьи до ее опубликования. Поэтому адаптированная нами для лишайников «матрица Саксонова-Розенберга» (табл. 1) включает биологические, экологические, биогеографические, созологические и экономические (хозяйственные) признаки [30].

Обоснование системы удельных «весов признаков» является наиболее сложным методическим вопросом. Здесь, по аналогии с нумерической таксономией [31], «взвешивание признаков» при построении различных оценочных созологических матриц субъективно и опирается на экспертные оценки. Выразим согласие с мнением А. В. Лагунова, что «установление некоторой градации "веса признака" все же имеет некоторые преимущества перед простым уравниванием всех используемых признаков (что нередко применялось в нумерической таксономии), поскольку интуитивно устанавливает логические отношения между разными по созологической значимости группами критериев, вовлеченных в анализ» [24, с. 71].

Приведем некоторые обоснования присвоенных конкретным признакам «весовых характеристик» в баллах. Поскольку вопрос редкости/обычности по отношению к видам является одним из ключевых при выборе объектов охраны, в первом блоке (позиции 1–2) с максимальным «весом» в 5 баллов размещены признаки, отвечающие биологическому принципу отбора таксонов для охраны: «количество местообитаний в регионе» и «встречаемость/обилие видов в типичных местообитаниях». Здесь следует учитывать то обстоятельство, что редкие виды можно

Шкала созологической оценки видов лишайников (по [22] с изменениями)

Scale of sozological assessment of lichen species (according to [22] with modifications)

№	Созологический признак	Вес признака (баллы)	Созологическая оценка признака, баллы			
			1	2	3	4
1	Количество местонахождений в регионе	5	более 25	11–25	4–10	1–3
2	Встречаемость/обилие вида в типичных экотопах	5	доминирует	обычен	редок	очень редок
3	Антропотолерантность	4	очень высокая	высокая	средняя	низкая
4	Эколого-ценотическая амплитуда	4	эвритон	гемизвритон	гемистенотон	стенотон
5	Биогеографическая значимость	3	вид в пределах сплошного ареала	вид в пределах прерывистого ареала	вид на границе ареала	вид за пределами ареала (анклав, рефугиум)
6	Топография ареала	3	межконтинентальный вид	континентальный вид	эндемик	узколокальный эндемик
7	Официальный природоохранный статус	2	отсутствует	включен в Красные книги сопредельных регионов	включен в Красную книгу РФ	включен в IUCN Red List / The Global Fungal Red List
8	Территориальная защищенность (наличие на ООПТ)	2	на ООПТ федерального уровня с комплексным режимом охраны	на ООПТ регионального уровня с комплексным режимом охраны	на непрофильных ООПТ	отсутствует на ООПТ
9	Возможность трансплантации/культивирования	1	высокая, апробирована	средняя, не апробирована	низкая	отсутствует
10	Хозяйственное/практическое значение	1	отсутствует	низкое	среднее	высокое

условно разделить на две группы. Первая – естественно редкие виды (как правило, с дисперсным распространением), которые благодаря высокой адаптированности к среде обитания могут при низкой численности достаточно долго существовать в природе (статические виды по терминологии В. Е. Флинта и В. Е. Присяжнюка [32]). Вторая – виды с сокращающейся численностью, они более уязвимы при флуктуациях условий жизни, и их исчезновение более вероятно при сравнительно высоких показателях численности (динамические виды [там же]).

Для лишайников, как организмов с отсутствием физиологических механизмов регуляции температуры и влажности, часто очень чувствительных к факторам загрязнения среды или просто изменениям условий обитания, важны и такие показатели, как эколого-ценотическая амплитуда («ширина экологической ниши») и антропотолерантность. Во втором блоке созологической матрицы учтены эти признаки с «весом» 4. Низкая экологическая валентность вида часто приводит к резкому сужению возможности распространения и «изолирует» вид в узком наборе местообитаний (например, многие виды лишайников-индикаторов старовозрастных лесных сообществ). При исчезновении этих местообитаний неизбежно исчезают приуроченные к ним виды. А показатель антропогенной толерантности является важной характеристикой, влияющей на степень устойчивости видов в современных условиях среды, что необходимо учитывать при установлении категории охраны вида [23, 24, 28 и др.].

Третий блок (с «весом» признака 3) содержит ареалогические характеристики. Методы ареалогического анализа традиционно применяются в созологических исследованиях [33, 34, и др.]. Очевидно, что наиболее уязвимы

виды, имеющие узкие ареалы и/или находящиеся в анализируемом регионе на границе ареала либо в рефугиуме.

Расположенный в четвертом блоке (с «весом» признака 2) статус вида в красных списках различного ранга и степень его защищенности федеральной либо региональной сетью ООПТ относятся, с одной стороны, к правовым аспектам охраны видов (Красные книги и особо охраняемые природные территории), с другой – к основному инструменту сохранения видов – территориальной охране.

Наконец, с минимальным «весом» в матрице учтены и другие созологически значимые признаки: возможность трансплантации/культивирования и хозяйственное/практическое значение. Трансплантация как метод хорошо апробирована в целях биомониторинга [35], но опытов по трансплантации редких и охраняемых видов лишайников сравнительно немного [18, 36–38 и др.]. Культивирование, за исключением научных экспериментов, в основном, осуществляется в практических целях – для получения биологически активных веществ [39, 40 и др.]. Возможно, в перспективе такие методы будут использоваться более широко для восстановления популяций редких видов.

В зависимости от уровня изученности лишайнобиоты региона в шкалу можно вводить и другие признаки (с «весом» на усмотрение эксперта), например данные о динамике численности, возрастной структуре, состоянии (жизненности) популяций вовлеченных в анализ видов. Однако все анализируемые виды должны быть оценены по одинаковому количеству признаков.

Для расчета созологического индекса (S_j) вида «вес» каждого признака нужно умножить на его балльную оценку и сложить все полученные значения. В качестве апро-

бации метода нами произведен расчет созологического индекса для четырех аридных видов лишайников, включенных в новый список охраняемых видов России, и двух самых обычных и наиболее распространенных на территории нашей страны (табл. 2).

В результате наибольшим значением S_i характеризуются виды, взятые под охрану на федеральном уровне. Лидирует *Circinaria tominii*, в списке имеющий категорию 1 КР и соответствующий по шкале IUCN категории CR, для остальных трех видов значения S_i распределились по убыванию: *C. esculenta* – 90; *C. affinis* – 84; *Seiophora lacunosa* – 77. Заметим, что все перечисленные виды, согласно критериям IUCN, относятся к категории VU, но *C. esculenta* и *S. lacunosa* в национальном списке имеют категорию 2 У, а *C. affinis* – 3 У, что может быть вызвано как некоторым недостатком данных на этапе подготовки списка, так и субъективностью оценки.

Для сравнения, S_i одного из самых обычных и наиболее распространенных на территории России лишайников – *Hypogymnia physodes* – равен 44, а такого же распространенного, но еще и с более высокой степенью антропо-толерантности *Phaeophyscia orbicularis* – 31, что составляет значительный «отрыв» в баллах от оцененных выше

охраняемых видов. Этот факт косвенно подтверждает объективность предложенной методики.

На следующем этапе созологического анализа интегральные оценки видов могут быть разбиты на три группы с применением равномерной ограниченной шкалы: угрожаемые виды (интервал 90–120 баллов), редкие (60–89) и не угрожаемые виды (менее 60 баллов). Категорию «Редкие виды» дополнительно можно разделить на относительно редкие (оценка в диапазоне 60–74) и очень редкие (75–89). Условно эти оценки можно сопоставить с категориями статуса, применяемыми в Международной Красной книге («The IUSN Red List») [7], а также в национальной [14] и большинстве региональных Красных книг нашей страны (рис. 2).

Поскольку при выделении категорий природоохранного статуса в процессе редлистинга и проведении комплексной созологической оценки используются несколько различные подходы и критерии, приведенное на рис. 2 соотношение показателей является не жестким, а относительным.

В заключение отметим, что созологический анализ – универсальный и гибкий инструмент, использование которого может облегчить работу по формированию списков охраняемых видов и дальнейшему ведению региональных Красных книг применительно не только к лишайникам, но и другим недостаточно изученным во многих российских регионах группам организмов. Необходимо лишь адаптировать исходную созологическую матрицу с учетом биоэкологических особенностей каждой группы.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Источники и литература

- Goetel, W. Sozologia – nauka o ochronie przyrody i jej zasobów / W. Goetel // Kosmos. – 1966. – Vol. 15, N. 5. – P. 473–482.
- Gawor, L. Walery Goetel and the idea of zoology / L. Gawor // Problemy ekorozwoju – problems of sustainable development. – 2013. – Vol. 8, N 1. – P. 83–89.
- Soule, M. E. Conservation Biology. An Evolutionary-Ecological Perspective / M. E. Soule, B. A. Wilcox. – Massachusetts : Sinauer Associates, 1980. – 395 p.
- Principles of Conservation Biology / G. K. Meffe, C. R. Carroll [et al.] – Sunderland : Sinauer Associates, 1997. – 729 p.
- Primack, R. B. Essentials of Conservation Biology / R. B. Primack. – Oxford University Press, 2014. – 603 p.
- Hutchinson G. E. The ecological theater and the evolutionary play / G. E. Hutchinson. – New Haven, London : Yale University Press, 1965. – 178 p.
- The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. – URL: <https://www.iucnredlist.org> (date of access: 06.08.2024)

Оценочная созологическая матрица нескольких видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации [14], и обычных, широко распространенных видов без охранного статуса

Scoring sozological matrix of several species listed in the Red Data Book of the Russian Federation [14] and common widespread species without conservation status

Вид	Номер созологического признака / «вес» x балльная оценка										S_i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Circinaria affinis</i> (Eversm.) Sohrabi	15	10	16	16	9	6	6	2	2	2	84
<i>C. esculenta</i> (Pal.) Sohrabi	15	15	16	16	9	6	6	2	2	2	90
<i>C. tominii</i> (Oxner) Sohrabi	20	20	16	16	4	12	6	8	1	1	104
<i>Seiophora lacunosa</i> (Rupr.) Fröden	10	15	16	16	6	3	6	2	2	1	77
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	5	5	12	8	3	3	2	2	2	3	44
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	5	5	4	4	3	3	2	2	2	1	31



Рисунок 2. Примерное соотношение показателей комплексной созологической оценки и категорий, принятых в Международной [7] и национальной [14] Красных книгах.

Figure 2. Approximate correlation between the complex sozological assessment indicators and categories adopted in the International [7] and national [14] Red Data Books.

8. Scheidegger, C. *Erioderma pedicellatum* / C. Scheidegger // The IUCN Red List of Threatened Species 2003: e.T43995A10839336. – URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2003.RLTS.T43995A10839336.en>. (date of access: 06.08.2024)
9. Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений / отв. ред. А. Г. Банников. – Москва : Лесная промышленность, 1978. – 459 с.
10. Красная книга СССР. Т. 2 / отв. ред. А. М. Бородин [и др.]. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Москва : Лесная промышленность, 1984. – 480 с.
11. Красная книга РСФСР. Растения / гл. редкол.: А. Л. Тахтаджян (отв. ред.) [и др.]. – Москва : Росагропромиздат, 1988. – 590 с.
12. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / гл. редкол.: Ю. П. Трутнев (пред.); отв. ред.: Л. В. Бардунов, В. С. Новиков. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
13. Заварзин, А. А. Возможности применения глобальных категорий и критериев Красного списка Всемирного Союза Охраны Природы на региональном уровне / А. А. Заварзин, Е. Э. Мучник // Ботанический журнал. – 2005. – Т. 90, № 1. – С. 105–118.
14. Об утверждении перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации / Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23 мая 2023 г. № 320 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 июля 2023 г.).
15. Плюснин, С. Н. Популяционная изменчивость стереокаулона альпийского в тундровых экосистемах (анализ морфометрических данных) : доклад на заседании Президиума Коми научного центра УрО РАН / С. Н. Плюснин. – Сыктывкар, 2003. – 30 с.
16. Суетина, Ю. Г. Популяционный подход в лишеноиндикации / Ю. Г. Суетина // Экологический мониторинг. Методы биологического и физикохимического мониторинга. Часть VI : учебное пособие. – Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2006. – С. 274–306.
17. Mikhailova, I. N. Populations of epiphytic lichens under stress conditions: survival strategies / I. N. Mikhailova // The Lichenologist. – 2007. – Vol. 39, N 1. – P. 83–89. – DOI:10.1017/S0024282907006305
18. Lidén, M. Restoration of endangered epiphytic lichens in fragmented forest landscapes: the importance of habitat quality and transplantation techniques. PhD Dissertation / M. Lidén. – Department of Forest Ecology and Management Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Umeå : SLU, Arkitektkopia, 2009. – 46 p.
19. Суетина, Ю. Г. Онтогенез и морфогенез кустистого лишайника *Usnea florida* (L.) Weber ex F. H. Wigg. / Ю. Г. Суетина, Н. В. Глотов // Онтогенез. – 2010. – Т. 41, № 1. – С. 32–40.
20. Ignatenko, R. V. The population structure of the lichen *Lobaria pulmonaria* in the middle boreal forests depends on the time-since-disturbance/ R.V. Ignatenko, V. N. Tarasova // Folia Cryptog. Estonica. – 2017. – Fasc. 54. – P. 83–94. – DOI: 10.12697/fce.2017.54.13
21. Суетина, Ю. Г. Морфологическая пластичность и структура популяции лишайника *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf в изменяющихся условиях среды / Ю. Г. Суетина // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2021. – № 3 (39). – С. 75–89.
22. Основы природоохранной биологии / Г. Мэффи, Р. Кэрролл [и др.]. – Новосибирск : Сибирский экологический центр, 2004. – 690 с.
23. Саксонов, С. В. Организационные и методические аспекты ведения региональных Красных книг / С. В. Саксонов, Г. С. Розенберг. – Тольятти : Ин-т экологии Волжского бассейна, 2000. – 164 с.
24. Лагунов, А. В. «Краснокнижные» виды в заповедниках и парках. Комплексный созологический анализ – удобный инструмент для локального редлистинга особо охраняемых природных территорий / А. В. Лагунов // Исследование природы лесных растительных сообществ на заповедных территориях Урала : статьи межрегиональной научно-практической конференции : г. Екатеринбург (14–15 ноября 2012 г.). – Екатеринбург, 2012. – С. 69–78.
25. Лагунов, А. В. Редкие чешуекрылые Ильменского заповедника: созологический анализ / А. В. Лагунов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 10, спецвыпуск, Ч. 1. – С. 98–100.
26. Захаров, В. Д. Применение созологического анализа при определении степени уязвимости редких птиц Челябинской области / В. Д. Захаров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1 (5). – С. 1102–1105.
27. Лагунов, А. В. Созологический анализ видов рода *Scorzonera* L. Челябинской области / А. В. Лагунов, С. А. Лесина, Е. В. Коротеева // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2016. – № 2 (18). – С. 64–71.
28. Кондратьева, Н. В. Первоочередные задачи альгосозологических исследований / Н. В. Кондратьева // Альгология. – 1994. – Т. 4, № 3. – С. 3–15.
29. The Global Fungal Red List. – URL: https://redlist.info/iucn/species_view/106026. (date of access: 06.08.2024).
30. Мучник, Е. Э. Комплексный созологический анализ как возможный инструмент ведения лишенологических разделов Красных книг / Е. Э. Мучник // Лишайники: от молекул до экосистем : материалы докладов Международной конференции (1–5 июля 2024 г., Сыктывкар) [Электронное издание]. – Сыктывкар, 2024. – С. 61–63.
31. Sokal, R. R. Principles of numerical taxonomy / R. R. Sokal, P. H. A. Sneath. – San Francisco ; London : W. H. Freeman and Co., 1963. – 359 p.
32. Флинт, В. Е. Совершенствование методологических основ и методических приемов ведения Красных книг (раздел позвоночные животные) / В. Е. Флинт, В. Е. Присяжнюк // Изучение редких животных в РСФСР (Материалы к Красной книге). – Москва : Изд-во Центральной научно-исследовательской лаборатории

- охотничьего хозяйства и заповедников, 1991. – С. 51–66.
33. Tishkov, A. A. Nature protection and conservation / A. A. Tishkov // The physical geography of Northern Eurasia. – Oxford : Oxford University Press, 2003. – P. 227–245.
 34. Оценка биоразнообразия для выявления природоохранной ценности территорий / В. В. Неронов, Е. Г. Королева, Т. В. Дикарева [и др.] // Вестник Московского ун-та. Серия 5. География. – 2016. – № 5. – С. 33–39.
 35. Бязров, Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. – Москва : Научный мир, 2002. – 336 с.
 36. Scheidegger, C. Transplantation of symbiotic propagules and thallus fragments: Methods for the conservation of threatened epiphytic lichen populations / C. Scheidegger, B. Frey, S. Zoller // Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. – 1995. – Vol. 70. – P. 41–62.
 37. Пчелкин, А. В. Криоконсервация – перспективный метод сохранения биоразнообразия лишайников для трансплантации / А. В. Пчелкин, Т. А. Пчелкина // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение Биол. – 2014. – Т. 119, вып. 4. – С. 43–48.
 38. Шаяхметова, З. М. Поддержание численности и создание искусственных популяций охраняемых видов лишайников с использованием метода трансплантации / З. М. Шаяхметова // Вестник Тюменского государственного университета. Серия: Экология и природопользование. – 2015. – Т. 1, № 2 (2). – С. 68–73.
 39. Biotechnological Applications of Lichen / Aftab A., Rizwana K., Shamsul H. [et al.] // Lichen-Derived Products: Extraction and Applications / Editor Mohd Y. – Chapter 9. – Scrivener Publishing LLC, 2020. – P. 203–219. – DOI: 10.1002/9781119593249.ch9
 40. Состояние исследований в биотехнологии лишайников / Л. М. Теплицкая, Э. П. Кириакиди, Е. Ф. Семенова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 6 (108). – URL: <https://research-journal.org/archive/6-108-2021-june/state-of-research-in-lichen-biotechnology> (дата обращения: 15.08.2024). – DOI: 10.23670/IRJ.2021.108.6.043

References

1. Goetel, W. Sozologia – nauka o ochronie przyrody i jej zasobów / W. Goetel // Kosmos. – 1966. – Vol. 15, № 5. – P. 473–482.
2. Gawor, L. Walery Goetel and the idea of sozology / L. Gawor // Problemy ekorozwoju – problems of sustainable development. – 2013. – Vol. 8, № 1. – P. 83–89.
3. Soule, M. E. Conservation Biology. An Evolutionary-Ecological Perspective / M. E. Soule, B. A. Wilcox. – Massachusetts : Sinauer Associates, 1980. – 395 p.
4. Principles of Conservation Biology / G. K. Meffe, C. R. Carroll [et al.]. – Sunderland : Sinauer Associates, 1997. – 729 p.
5. Primack, R. B. Essentials of Conservation Biology / R. B. Primack. – Oxford University Press, 2014. – 603 p.
6. Hutchinson, G. E. The ecological theater and the evolutionary play / G. E. Hutchinson. – New Haven, London : Yale University Press, 1965. – 178 p.
7. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. – URL: <https://www.iucnredlist.org> (date of access: 06.08.2024).
8. Scheidegger, C. *Erioderma pedicellatum* / C. Scheidegger // The IUCN Red List of Threatened Species 2003: e.T43995A10839336. – URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2003.RLTS.T43995A10839336.en> (date of access: 06.08.2024).
9. Krasnaya kniga SSSR. Redkie i nakhodiashchiesia pod ugrozoi ischeznoveniiia vidy zhivotnykh i rastenii [Red Data Book of the USSR. Rare and endangered species of animals and plants]. – Moscow : Lesnaya promyshlennost, 1978. – 459 p.
10. Krasnaya kniga SSSR [Red Data Book of the USSR]. Vol. 2. – Moscow : Lesnaya promyshlennost, 1984. – 480 p.
11. Krasnaia kniga RSFSR. Rasteniya [Red Data Book of the RSFSR. Plants.] – Moscow : Rosagropromizdat, 1988. – 590 p.
12. Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii. Rasteniya i griby [Red Data Book of the Russian Federation. Plants and fungi]. – Moscow : Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008. – 855 p.
13. Zavarzin, A. A. Vozmozhnosti primeneniia globalnykh kategorii i kriteriev Krasnogo spiska Vsemirnogo Soiuzna Okhrany Prirody na regionalnom urovne [Application of global categories and criteria of the World Conservation Union's Red List at the regional level] / A. A. Zavarzin, E. E. Muchnik // Botanicheskii zhurnal [Botanical Journal]. – 2005. – Vol. 90, № 1. – P. 105–118.
14. Ob utverzhenii perechnia obyektov rastitelnogo mira, zanesennykh v Krasnuyu knigu Rossiiskoi Federatsii. Prikaz Ministerstva prirodnnykh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii ot 23 maia 2023 g. № 320 (zaregistririvan Ministerstvom iustitsii Rossiiskoi Federatsii 21 iuliia 2023 g.) [On approval of the list of plant world objects included into the Red Data Book of the Russian Federation. Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation № 320 of May 23, 2023 (registered by the Ministry of Justice of the Russian Federation on July 21, 2023)].
15. Pliusnin, S. N. Populiatsionnaia izmenchivost stereokaulona alpiiskogo v tundrovnykh ekosistemakh (analiz morfometricheskikh dannnykh) [Population variability of Stereocaulon alpinum in tundra ecosystems (analysis of morphometric data)] : Report at the session of the Presidium of the Komi Science Centre of the Ural Branch RAS / S. N. Pliusnin. – Syktyvkar : Komi nauch. tsentr UrO RAN, 2003. – 30 p. (Nauchnye doklady Ros. akad. nauk. Ur. otdnie. Komi nauch. tsentr ; vyp. 455 [Scientific Reports of the Russian Academy of Sciences of the Ural Branch of the Komi Science Centre ; Iss. 455]).
16. Suetina, Yu. G. Populiatsionnyi podkhod v likhenoidikatsii [Population approach in lichenoidication] / Yu. G. Suetina // Ekologicheskii monitoring. Metody biologicheskogo i fiziko-khimicheskogo monitoringa. Chast VI: Uchebnoe posobie [Ecological monitoring. Methods of biological and physico-chemical monitoring. Part VI: Textbook]. – Nizhniy Novgorod : Nizhniy Novgorod State University, 2006. – P. 274–306.

17. Mikhailova, I. N. Populations of epiphytic lichens under stress conditions: survival strategies / I. N. Mikhailova // *The Lichenologist*. – 2007. – Vol. 39, № 1. – P. 83–89.
18. Lidén, M. Restoration of endangered epiphytic lichens in fragmented forest landscapes: the importance of habitat quality and transplantation techniques. PhD Dissertation / M. Lidén. – Department of Forest Ecology and Management Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Umeå : SLU, Arkitektkopia, 2009. – 46 p.
19. Suetina, Yu. G. Ontogenez i morfogenez kustistogo lishainika *Usnea florida* (L.) Weber ex F. H. Wigg. [Ontogenesis and morphogenesis of the fruticose lichen *Usnea florida* (L.) Weber ex F. H. Wigg.] / Yu. G. Suetina, N. V. Glotov // *Ontogenez [Ontogenesis]*. – 2010. – Vol. 41, № 1. – P. 32–40.
20. Ignatenko, R. V. The population structure of the lichen *Lobaria pulmonaria* in the middle boreal forests depends on the time-since-disturbance / R. V. Ignatenko, V. N. Tarasova // *Folia Cryptog. Estonica*. – 2017. – Fasc. 54. – P. 83–94.
21. Suetina, Yu. G. Morfologicheskaya plastichnost i struktura populiatsii lishainika *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf v izmeniaushchikhsia usloviyakh sredy [Morphological plasticity and population structure of the lichen *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf under changing environmental conditions] / Yu. G. Suetina // *Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University*. – 2021. – № 3 (39). – P. 75–89.
22. Osnovy prirodookhrannoi biologii [Principles of conservation biology] / G. K. Meffe, C.R. Carroll [et al.]. – Novosibirsk : Sibirskii ekologicheskii tsentr, 2004. – 690 p.
23. Saksonov, S. V. Organizatsionnye i metodicheskie aspekty vedeniya regionalnykh Krasnykh knig [Organizational and methodical aspects of keeping regional Red Data Books] / S. V. Saksonov, G. S. Rozenberg. – Tolyatti : Institut ekologii Volzhskogo basseina, 2000. – 164 p.
24. Lagunov, A. V. «Krasnoknizhnye» vidy v zapovednikakh i parkakh. Kompleksnyi sozologicheskii analiz – udobnyi instrument dlia lokal'nogo redlistinga osobo okhraniaemykh prirodnykh territorii [“Red-listed” species in reserves and parks. Complex zoological analysis – a convenient tool for local redlisting of protected areas] / A. V. Lagunov // *Issledovanie prirody lesnykh rastitelnykh soobshchestv na zapovednykh territoriiakh Urala [Research of the Nature of Forest Plant Communities in Protected Areas of the Urals]. Articles of the Interregional Scientific-Practical Conference. Ekaterinburg (November 14–15, 2012)*. – Ekaterinburg, 2012. – P. 69–78.
25. Lagunov, A. V. Redkie cheshuekrylye IImenskogo zapovednika: sozologicheskii analiz [Rare butterflies of the IImenskiy Reserve: zoological analysis] / A. V. Lagunov // *Bulletin of the Orenburg State University*. – 2009. – № 10, Special Issue, Part 1. – P. 98–100.
26. Zakharov, V. D. Primenenie sozologicheskogo analiza pri opredelenii stepeni uiazvimosti redkikh ptits Cheliabinskoi oblasti [Application of zoological analysis in determining the degree of vulnerability of rare birds of the Chelyabinsk region] / V. D. Zakharov // *Proceedings of the Samara Science Centre of the Russian Academy of Sciences*. – 2011. – Vol. 13, № 1 (5). – P. 1102–1105.
27. Lagunov, A. V. Sozologicheskii analiz vidov roda *Scorzonera* L. Cheliabinskoi oblasti [Zoological analysis of species of the genus *Scorzonera* L. of the Chelyabinsk region] / A. V. Lagunov, S. A. Lesina, E. V. Koroteeva // *Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University*. – 2016. – № 2 (18). – P. 64–71.
28. Kondratyeva, N. V. Pervoocherednye zadachi algosozologicheskikh issledovaniy [Priority tasks of algozoological research] / N. V. Kondratyeva // *Algologiiia [Algology]*. – 1994. – Vol. 4, № 3. – P. 3–15.
29. The Global Fungal Red List. – URL: https://redlist.info/iucn/species_view/106026 (date of access: 06.08.2024).
30. Muchnik, E. E. Kompleksnyi sozologicheskii analiz kak vozmozhnyi instrument vedeniya likhenologicheskikh razdelov Krasnykh knig [Integrated zoological analysis as a possible tool for compiling lichenological parts of Red Data Books] / E. E. Muchnik // *Lishainiki: ot molekul do ekosistem [Lichens: from Molecules to Ecosystems]: Proceedings of the International Conference (July 1–5, 2024, Syktyvkar)*. – Syktyvkar, 2024. – P. 61–63.
31. Sokal, R. R. Principles of numerical taxonomy / R. R. Sokal, P. H. A. Sneath. – San Francisco ; London : W. H. Freeman and Co., 1963. – 359 p.
32. Flint, V. E. Sovershenstvovanie metodologicheskikh osnov i metodicheskikh priemov vedeniya Krasnykh knig (razdel pozvonochnye zhivotnye) [Improvement of methodological bases and methodical methods of keeping Red Books (section of vertebrate animals)] / V. E. Flint, V. E. Prusi-azhniuk // *Izuchenie redkikh zhivotnykh v RSFSR (Materialy k Krasnoi knige) [Study of Rare Animals in the RSFSR (Materials for the Red Data Book)]*. – Moscow : Izdatelstvo Tsentralnoi nauchno-issledovatel'skoi laboratorii okhot-nichyego khoziaistva i zapovednikov, 1991. – P. 51–66.
33. Tishkov, A. A. Nature protection and conservation / A. A. Tishkov // *The Physical Geography of Northern Eurasia*. – Oxford : Oxford University Press, 2003. – P. 227–245.
34. Otsenka bioraznoobraziia dlia vyavleniya prirodookhrannoi tsennosti territorii [Assessment of biodiversity to reveal the nature protection value of territories] / V. V. Neronov, E. G. Koroleva, T. V. Dikareva [et al.] // *Bulletin of the Moscow University. Ser. 5. Geography*. – 2016. – № 5. – P. 33–39.
35. Biazrov, L. G. Lishainiki v ekologicheskom monitoringe [Lichens in ecological monitoring] / L. G. Biazrov. – Moscow : Nauchnyi mir, 2002. – 336 p.
36. Scheidegger, C. Transplantation of symbiotic propagules and thallus fragments: Methods for the conservation of threatened epiphytic lichen populations / C. Scheidegger, B. Frey, S. Zoller // *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*. – 1995. – Vol. 70. – P. 41–62.
37. Pchelkin, A. V. Kriokonservatsiia – perspektivnyi metod sokhraneniia bioraznoobraziia lishainikov dlia transplantatsii [Cryopreservation – a promising method of preserving lichen biodiversity for transplantation] / A. V. Pchelkin, T. A. Pchelkina // *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists*. – 2014. – Vol. 119, Iss. 4. – P. 43–48.

38. Shayakhmetova, Z. M. Podderzhanie chislennosti i sozdanie iskusstvennykh populiatsii okhraniaemykh vidov lishainikov s ispolzovaniem metoda transplantatsii [Maintaining the number and creation of artificial populations of protected species of lichens using the method of transplantation] / Z. M. Shayakhmetova // Bulletin of the Tyumen State University. Series: Ecology and Natural Resource Use. – 2015. – Vol. 1, № 2 (2). – P. 68–73.
39. Biotechnological applications of lichen / Aftab A., Rizwana K., Shamsul H. [et al.] // Lichen-Derived Products: Extraction and Applications / Ed. Y. Mohd. – Chapter 9. – Scrivener Publishing LLC, 2020. – P. 203–219.
40. Teplitskaia, L. M. Sostoianie issledovaniy v biotekhnologii lishainikov [State of research in lichen biotechnology] / L. M. Teplitskaia, E. P. Kiriakidi, E. F. Semenova [et al.] // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal [International Research Journal]. – 2021. – № 6 (108). – URL: <https://research-journal.org/archive/6-108-2021-june/state-of-research-in-lichen-biotechnology> (date of access: 15.08.2024).

Благодарность (госзадание):

Сердечно благодарю д.б.н. А. Г. Паукова (Уральский Федеральный университет), к.б.н. Е. А. Давыдова (Алтайский государственный университет), к.б.н. А. Б. Исмаилова (Горный ботанический сад ДФИЦ РАН) за сотрудничество в подготовке данных по видам, включенным в Красную книгу Российской Федерации.

Выражаю глубокую признательность к.б.н. А. В. Лагунову (ОГУ «Особо охраняемые территории Челябинской области»), к.б.н. Т. Ю. Светашевой (Тулский государственный педагогический университет имени Л. Н. Толстого) и к.б.н. Ю. Г. Суетиной (Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола) за научные консультации.

Acknowledgements (state task):

I sincerely thank Dr. Sci. (Biol.) A. G. Paukov (Ural Federal University), Cand. Sci. (Biol.) E. A. Davydov (Altai State University), and Cand. Sci. (Biol.) A. B. Ismailov (Mountain Botanical Garden, DFRC RAS) for cooperation in preparing data on species included in the Red Data Book of the Russian Federation.

I express my deep gratitude to Cand. Sci. (Biol.) A. V. Lagunov (OGU "Specially Protected Areas of the Chelyabinsk Region"), Cand. Sci. (Biol.) T. Y. Svetasheva (L. N. Tolstoy Tula State Pedagogical University), and Cand. Sci. (Biol.) Y. G. Suetina (Mari State University, Yoshkar-Ola) for scientific consultations.

Информация об авторе:

Мучник Евгения Эдуардовна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института лесоведения Российской академии наук; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9150-6044> (143030, Российская Федерация, Московская обл., г. Одинцово, с. Успенское, ул. Советская, д. 21; e-mail: emuchnik@outlook.com).

About the author:

Evgenia E. Muchnik – Doctor of Sciences (Biology), Leading Researcher, Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9150-6044> (21 Sovetskaya st., Uspenskoye village, Odintsovo town, Moscow Region, 143030 Russian Federation; e-mail: emuchnik@outlook.com).

Для цитирования:

Мучник, Е. Э. Созологический анализ как возможный инструмент ведения лихенологических разделов Красных книг / Е. Э. Мучник // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экспериментальная биология и экология». – 2024. – № 9 (75). – С. 30–38.

For citation:

Muchnik, E. E. Sozologicheskij analiz kak vozmozhnyj instrument vedeniya lihenologicheskikh razdelov Krasnykh knig [The zoological analysis as a possible tool for compiling lichenological parts of Red Data Books] / E. E. Muchnik // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Experimental Biology and Ecology". – 2024. – № 9 (75). – P. 30–38.

Дата поступления статьи: 23.08.2024

Прошла рецензирование: 08.09.2024

Принято решение о публикации: 19.09.2024

Received: 23.08.2024

Reviewed: 08.09.2024

Accepted: 19.09.2024