

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Научная статья

УДК 502.45: 504.064.2

doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-116-129

EDN: PINRIH



МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ КУНГУРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Ирина Фиргатовна Абдулманова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

a.ir-flora@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6058-5176, Scopus Author ID: 57502881000, ResearcherID: L-7872-2016,
РИНЦ Author ID: 1110219, SPIN-код: 7288-7184

Аннотация. Предложена методика оценки состояния экстразональных экосистем Кунгурской лесостепи.

В качестве критериев оценки использованы фаза трансформации экосистем, доля видов растений нехарактерных эколого-ценотических групп, доля сегетальных видов, доля инвазивных видов растений, доля площади лишенной растительности. В целях экологической оценки степные экосистемы приняты в качестве субклиматических сообществ. Проведена апробация разработанной методики на экосистемах, находящихся под выраженным антропогенным воздействием. Методика предоставит возможность выявления характера и скорости сукцессионных процессов в экстразональных экосистемах на особо охраняемых природных территориях Кунгурской лесостепи.

На примере характерных для Кунгурской лесостепи экосистем в границах особо охраняемых природных территорий регионального значения рассмотрен эколого-ценотический состав растительных сообществ, определена доля синантропных, сегетальных, редких и охраняемых видов растений в фитоценозах. Обозначена актуальность разработки регионального перечня синантропных видов растений и перечня видов-индикаторов ценности экосистем с позиций сохранения растительного биоразнообразия. На базе этих перечней предполагается актуальной разработка индексов для оценки состояния экосистем. Перспективно исследование сукцессионных связей каменистых степей и «горных» сосняков, луговых степей и березовых лесов Кунгурской лесостепи посредством метода пространственно-временных аналогов. Обозначена актуальность разработки программного продукта на основе методики.

Проанализированы данные о состоянии экосистем и их компонентов в Кунгурской лесостепи в границах особо охраняемых природных территорий в 2003–2023 гг., полученные по методике оценки состояния экосистем на ООПТ, разработанной в 2011 г. в ПГНИУ. Установлено, что в течение последних 20 лет средневзвешенная степень деградации растительного покрова ООПТ Кунгурской лесостепи оставалась на уровне слабодеградированной. Состояние экстразональных экосистем Кунгурской лесостепи, согласно данным мониторинга 2023 г., характеризуется как очень слабодеградированное.

Ключевые слова: экологическая оценка, экосистема, особо охраняемые природные территории, эколого-ценотический состав

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Пермского края № 24-17-20025, <https://rscf.ru/project/24-17-20025/>.

Для цитирования: Абдулманова И.Ф. Методические основы оценки состояния экосистем Кунгурской лесостепи // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 2 (73). С. 116–129. doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-116-129. EDN: PINRIH

ECOLOGY AND NATURE USE

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-116-129

EDN: PINRIH

METHODOLOGICAL BASIS FOR ASSESSING THE STATE OF KUNGUR FOREST-STEPPE ECOSYSTEMS

Irina F. Abdulmanova

Perm State University, Perm, Russia

a.ir-flora@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6058-5176>, Scopus Author ID: 57502881000, ResearcherID: L-7872-2016, RSCI Author ID: 1110219, SPIN-code: 7288-7184



© 2025 Эта работа Абдулмановой И.Ф. лицензирована по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

Abstract. The paper proposes a methodology for assessing the state of extrazonal ecosystems of the Kungur forest-steppe. As assessment criteria, it uses the phase of ecosystem transformation, the proportion of plant species of atypical ecological-coenotic groups, the share of vegetal species, the share of invasive plant species, and the portion of area devoid of vegetation. The developed methodology has been tested on ecosystems under significant anthropogenic impact. The method will provide an opportunity to identify the nature and rate of succession processes in specific ecosystems in specially protected natural areas of the Kungur forest-steppe.

Using the example of ecosystems characteristic of the Kungur forest-steppe within the boundaries of specially protected natural areas of regional significance, the ecological-cenotic composition of plant communities is considered, the proportions of synanthropic, vegetal, rare, and protected plant species in phytocenoses have been determined. The paper states the need for developing a regional list of synanthropic plant species and a list of indicator species highlighting the ecosystem value from the standpoint of biodiversity conservation. Based on such lists, it would be possible to develop indices for assessing the state of ecosystems. It also appears reasonable to develop a software product on the basis of the methodology.

The study has analyzed data from 2003-2023 on the state of the ecosystems and their components in the Kungur forest-steppe within the boundaries of specially protected natural areas. The data were obtained with the help of methodology assessing the state of ecosystems in protected areas developed in 2011 at Perm State University. It has been established that over the past 20 years, the average weighted degree of degradation of the vegetation cover of the protected areas of the Kungur forest-steppe has remained at the level of slightly degraded. According to monitoring data from 2023, the state of the Kungur forest-steppe extrazonal ecosystems is characterized as very slightly degraded.

Keywords: environmental assessment, ecosystem, specially protected natural areas, ecological-coenotic composition

Funding. The study was carried out under the grant from the Russian Science Foundation and Perm Krai No. 24-17-20025, <https://rscf.ru/project/24-17-20025/>

For citation: Abdulmanova, I.F. (2025) Methodological basis for assessing the state of Kungur forest-steppe ecosystems. *Geographical Bulletin*. No. 2(73). Pp. 116–129. doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-116-129. EDN: PINRIH

Введение

Основной задачей особо охраняемых природных территорий (далее ООПТ) является сохранение ландшафтного и биологического разнообразия на всех его уровнях, поддержание устойчивости глобальной экологической системы и естественного вещественно-энергетического баланса, сохранение качества предоставляемых экосистемных услуг на необходимом уровне.

В настоящее время практически нет экосистем, находящихся в равновесном состоянии. Экосистемы постоянно претерпевают трансформации в результате прямого и косвенного антропогенного воздействия [13] как за пределами ООПТ, так и внутри них.

Для оценки состояния экосистем на особо охраняемых природных территориях в 2011 г. в Пермском государственном университете разработана методика «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» [3]. На ее основе построена программа наблюдений мониторинга ООПТ регионального значения Пермского края, экологического производственного контроля при добыче углеводородов на ООПТ. Также методика применяется в ходе иных исследований антропогенной трансформации экосистем ООПТ регионального и местного значения в Пермском крае и на территории других регионов РФ.

Согласно методике, разработанной в 2011 г., состояние экосистем и их компонентов определяется относительным показателем – степенью деградации, выраженным в диапазоне от 0 (недеградированное состояние) до 5 (очень сильно деградированное) и определяемым на основании комплекса основных и дополнительных, абсолютных и относительных показателей. Степень деградации базовой экосистемы (отдельного типа экосистемы на ООПТ) рассчитывается как среднее степеней деградации компонентов – почв, растительности, животного мира и экосистемы в целом. Основным критерием оценки состояния экосистем является фаза их трансформации.

Проблема выявления нарушений в наземных экосистемах начинается с определения типа экосистем, к которому они относятся [13]. В существующей методике выделены фазы трансформации только для зональных лесных экосистем, отражающие основные стадии их восстановительной сукцессии, в результате чего возникают трудности с оценкой состояния специфичных экстраゾональных экосистем Кунгурской лесостепи. Кроме того, допускается значительная субъективность в вопросах оценки состояния растительности по одному из основных критериев – степени синантропизации фитоценозов [1]. В связи с этим актуальна разработка методики экологической оценки состояния экосистем на особо охраняемых природных территориях Кунгурской лесостепи, учитывающей особенности экстраゾональных природных комплексов для более точной диагностики тенденций их трансформации.

При оценке состояния экосистем в качестве индикатора планируется применить растительность, поскольку этот компонент является наиболее доступным для наблюдений, претерпевающим трансформацию при превышении внешним воздействием определенного уровня устойчивости, на изменения которого, в свою очередь, реагируют другие компоненты экосистем [8].

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

В целях разработки методики решен следующий ряд задач:

1. Определен перечень критериев оценки состояния экосистем и их показатели;
2. Определены ряд характеристик фитоценозов экстразональных экосистем Кунгурской лесостепи на особо охраняемых природных территориях: их эколого-ценотический состав, доля синантропных, сегетальных, редких и охраняемых видов в их составе;
3. Проведены апробация предложенной методики и анализ имеющихся данных о состоянии экосистем на ООПТ Кунгурской лесостепи.

Материалы и методика

Кунгурская лесостепь расположена в западных предгорьях Среднего Урала и практически достигает своей северной оконечностью 58° с.ш. (рис. 1), тогда как северная граница лесостепного биома Евразии находится на уровне 56° с.ш. [22]. Формирование лесостепных комплексов в гемибореальной зоне связано с интенсивно развивающимися карстовыми процессами в нижнепермских породах, обуславливающими существование местообитаний с дефицитом увлажнения [15, 19]. Чертты, характерные для лесостепных территорий, несут различные компоненты биоты Кунгурской лесостепи: растительный, грибной и животный [2].

Специфичность биоразнообразия Кунгурской лесостепи прослеживается на генетическом, популяционно-видовом, сообщественно-экосистемном и ландшафтно-региональном уровнях [2]. Наличие эндемиков и значительного количества реликтов в составе флоры и фауны района свидетельствует о естественном происхождении Кунгурской лесостепи [15].

Район значительно окультурен, сельскохозяйственные земли занимают около 50 % территории, лесопокрытые земли – 10–20 % [15]. Антропогенное воздействие сдерживает развитие лесов, способствуя сохранению и распространению степных видов биоты [23], но не приводит к полному остепнению территории [7], поскольку формирование лесостепных комплексов обусловлено, прежде всего, именно литогенными условиями.

Основанием для разработки методики послужили собственные наблюдения за растительным покровом Кунгурской лесостепи, осуществленные в ходе полевых работ в период 2013, 2016–2024 гг. как на ООПТ регионального значения, так и вне их границ. Проведен анализ публикаций, посвященных природным особенностям Кунгурской лесостепи [2], особое внимание уделено описанию растительности природного района [15, 16].

Для характеристики фитоценозов были выбраны специфичные экстразональные экосистемы Кунгурской лесостепи в границах ООПТ регионального значения. Для анализа использованы данные 27 стандартных геоботанических описаний на участках, практически не подверженных прямому антропогенному воздействию (рис. 1), а также описания, выполненные в 2022–2023 гг. Все названия растений приведены по «Иллюстрированному определителю...» [10].

Существует несколько значительно различающихся вариантов границ Кунгурской лесостепи, выделенных по различным критериям [2]. Наиболее часто применяемыми являются границы природного и ботанико-географического районов. Совокупные границы этих районов охватывают все описанные фитоценозы.

Эколо-ценотический анализ отражает связь элементов флоры с факторами среды и различными типами растительности, поэтому может применяться для оценки характера и состояния экосистем. Эколо-ценотическая принадлежность видов растений определена согласно базе данных «Флора сосудистых растений Центральной России» Института математических проблем биологии РАН (табл. 1) [18].

Рассчитана доля синантропных, сегетальных, редких и охраняемых видов в составе исследуемых фитоценозов. В качестве синантропных принимались виды из списка синантропной флоры Среднего Урала А.С. Третьяковой и В.А. Мухина [17]. Сегетальными считались виды, входящие в «Конспект сегетальной флоры Свердловской области» П.В. Кондарткова и А.С. Третьяковой [11]. При определении инвазивных видов использовалась Черная книга флоры Средней России [4]. К числу редких и охраняемых видов отнесены виды, включенные как в Красную книгу Пермского края, так и в Приложение к ней (Аннотированный перечень животных, растений и грибов Пермского края, состояние которых в природной среде требует особого внимания) [12].

Анализ состояния экосистем на ООПТ Кунгурской лесостепи проведен на основе данных мониторинга ООПТ регионального значения с 2003 по 2023 г. Наблюдения в рамках мониторинга проводились по методике, разработанной в ПГУ [3].

Экология и природопользование

Абдулманова И.Ф.

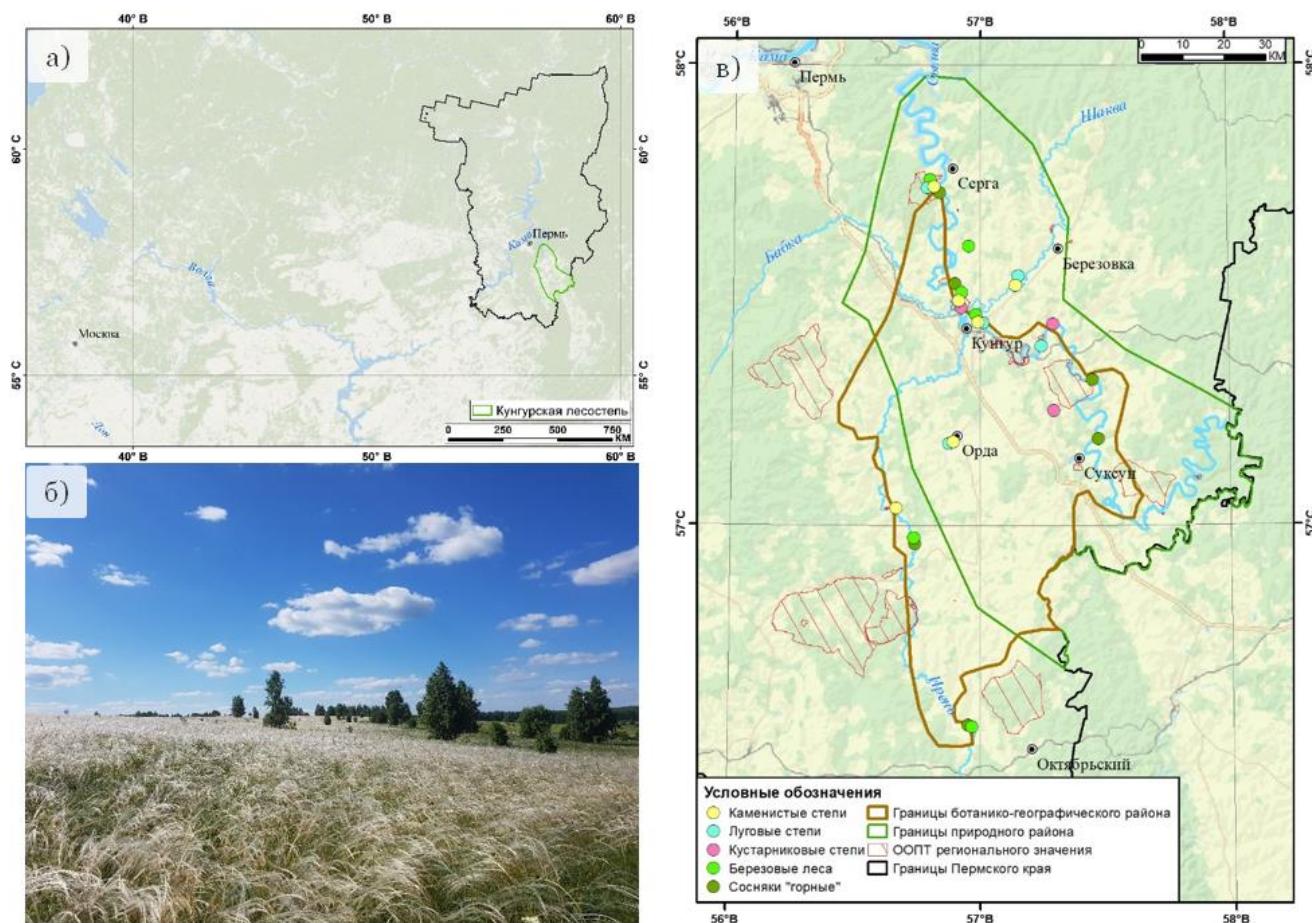


Рис. 1. Местоположение района исследований: а – географическое положение Кунгурской лесостепи; б – луговая перистоковыльная степь на ООПТ «Шлюпинский камень»; в – положение исследуемых экосистем
Fig. 1. Location of the research area: a – location of the Kungur forest-steppe; б – meadow feather grass steppe at the Shlyupinsky Kamen protected natural area; в – location of the studied ecosystems

Таблица 1
Table 1

Эколого-ценотические группы, примененные в анализе [18]
Ecological-coenotic groups used in the analysis [18]

Сокращение	Группа	Расшифровка
BrF	Boreal InForest-Boreal	бореальная внутрилесная
BrEg	Boreal	бореальная опушечная
NmF	Nemoral InForest-Nemoral	неморальная внутрилесная
NmEg	Nemoral	неморальная опушечная
NtF	Nitrophilous InForest-Nitrophilous	нитрофильная (ольшаниковая) внутрилесная
NtEg	Nitrophilous	нитрофильная (ольшаниковая) опушечная
PnF	PineForest InPineForest	боровая внутрилесная
PnEg	PineForest	боровая опушечная
OX	Oak-Xerophilous	ксерофильная группа, образована видами разреженных широколиственных лесов лесостепи (байрачных дубрав)
St	Meadow-Stepp Steppe	лугово-степная группа, подгруппа видов луговых и настоящих степей
MDr	Meadow-Stepp DryMeadow	лугово-степная группа, подгруппа видов сухих лугов
MFr	Meadow-Stepp FreshMeadow	лугово-степная группа, подгруппа видов влажных лугов
WS	Water-Swamp	водно-болотная группа, объединяющая прибрежно-водные и внутриводные виды, верховых и низинных болот
Adv	Advent	адвентивная группа

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

Результаты и обсуждение

Согласно методике [3], оценка состояния экосистем на особо охраняемых природных территориях проводится в пределах базовых экосистем – относительно однородных частей ООПТ, являющихся элементарными единицами проведения экологических наблюдений. В качестве отдельных базовых экосистем выделяются хвойные, широколиственные, смешанные, мелколиственные леса, пойменные и суходольные луга, заболоченные участки, вырубки, пустыри и т.д. В пределах базовых экосистем закладываются площадки наблюдений.

Кунгурская лесостепь расположена в полосе хвойно-широколиственных лесов, в связи с чем многие сообщества практически не отличаются от таковых из зональной полосы [16], а их состояние может быть оценено согласно уже имеющейся методике [3].

К числу специфичных экстразональных сообществ Кунгурской лесостепи относятся каменистые и луговые степи, кустарниково-степные группировки, некоторые типы березняков, «горные» сосняки, которые также выделяются в качестве базовых экосистем ООПТ. На наиболее типичных участках базовых экосистем закладываются площадки для стандартных геоботанических описаний. При закладке площадок наблюдения за специфичными сообществами необходимо избегать карстовых воронок, поскольку в них формируется экологический режим, отличный от режима степных экосистем. Рекомендуется также выделять очаги интенсивного прямого антропогенного воздействия. Выделение очагов позволит не распространять показатели высокого уровня деградации на всю базовую экосистему, что повысит точность результатов экологической оценки. Кроме того, это даст возможность отслеживать динамику площади очагов воздействия.

При оценке состояния экосистем Кунгурской лесостепи предлагается опираться на fazu трансформации экосистем, эколого-ценотический состав фитоценозов, присутствие в сообществах видов, свидетельствующих об антропогенном воздействии, долю площади лишенной растительности.

Фаза трансформации экосистемы (F) в качестве критерия оценки используется в методике, разработанной в 2011 г. [3]. В ней выделены фазы трансформации зональных лесных экосистем. Под фазами трансформации подразумеваются стадии сукцессии. Переход от одной фазы к другой характеризуется существенными изменениями в структуре и функционировании экосистем и может происходить под воздействием различных антропогенных и естественных факторов.

Факт приуроченности к одним и тем же биотопам каменистых степей и «горных» сосняков (к береговым обнажениям карстующихся пород), луговых степей и березовых лесов (к возвышенным участкам, покатым и пологим склонам) (табл. 2) может свидетельствовать об их сукцессионной связи. Исследование этих связей перспективно посредством метода пространственно-временных аналогов, при котором в изучении сукцессионных рядов вместо многолетней последовательности состояний экосистемы используется последовательность экосистем из аналогичных местообитаний одного природного района [21, 24]. В целях экологической оценки состояния экосистем Кунгурской лесостепи выделены фазы трансформации, в которых открытые степные экосистемы приняты в качестве самостоятельных субклиматических сообществ. Такой подход позволяет отслеживать течение не только антропогенно обусловленных процессов деградации, но и таких естественных процессов, как мезофифизация и сильватизация, приводящих к утрате ценных степных сообществ.

Эколого-ценотический состав специфичных фитоценозов. Характерный эколого-ценотический состав растительных сообществ и их биотическая приуроченность представлены в табл. 2 и на рис. 2. Для степных ценозов Кунгурской лесостепи характерна высокая доля представителей лугово-степной группы. Связь березняков Кунгурской лесостепи с зональными лесами прослеживается наиболее ярко – в них значительна доля неморальных видов. Бореальные виды распространены, как правило, в лесных ценозах. Боровые виды и виды байрочных дубрав присущи всем рассмотренным типам экосистем. В сосняках относительно равномерно представлены различные эколого-ценотические группы. Редкие представители нитрофильтной группы могут быть встречены в кустарниковых степях и лесных сообществах. В целом присутствие нитрофильтных видов и видов водно-болотной группы нельзя считать свойственным для специфичных сообществ Кунгурской лесостепи. Чаще всего растения этих групп могут встречаться в карстовых понижениях или при возникновении антропогенной нагрузки на экосистемы. Хотя, к примеру, такой вид, как *Aconitum septentrionale*, относящийся к нитрофильтной группе, является характерным для ненарушенных или малонарушенных березовых лесов Кунгурской лесостепи. Для каменистых и луговых степей нехарактерными также являются бореальные лесные и опушечные, неморальные лесные виды.

Экология и природопользование

Абдулманова И.Ф.

Таблица 2
Table 2Особенности фитоценозов экстразональных экосистем Кунгурской лесостепи
Phytocenoses of extrazonal ecosystems of the Kungur forest-steppe

Тип растительности [15]	Биотопическая приуроченность	Типичные представители фитоценозов	Эколого-ценотический состав
<u>Каменистые степи:</u> – холодно-полынныне, – типчаковые, – тимьяновые.	Обнажения гипсов, андидритов, известняков, доломитов. Слабо задерненные склоны.	<i>Allium strictum, Artemisia absinthium, Astragalus austriacus, Campanula rotundifolia, Campanula sibirica, Festuca valesiacana, Galium verum, Helianthemum nummularium, Hypericum elegans, Oxytropis pilosa, Phleum phleoides, Poa angustifolia, Potentilla humifusa, Potentilla impolita, Stipa pennata, Thesium ebracteatum, Veronica spicata, Vincetoxicum hirundinaria</i>	<u>Характерные:</u> PnEg, St, MDr, OX, MFr <u>Возможные:</u> NmEg, PnF, <u>Некарктерные:</u> BrF, BrEg, NmF, NtF, NtEg, WS, Adv
<u>Луговые степи:</u> – пустынно-овцецовые, – перисто-ковыльные, – полынно-ковыльные, – разнотравно-типчаково-ковыльные, – ковыльно-разнотравные	Возвышенные участки, покатые и пологие склоны.	<i>Adonis vernalis, Anemone sylvestris, Aster amellus, Astragalus danicus, Campanula sibirica, Carlina biebersteinii, Dracocephalum ruyschiana, Festuca valesiaca, Filipendula vulgaris, Fragaria viridis, Galium verum, Gentiana cruciata, Inula hirta, Inula salicina, Koeleria cristata, Nepeta pannonica, Onobrychis arenaria, Origanum vulgare, Phleum phleoides, Phlomis tuberosa, Poa angustifolia, Potentilla impolita, Senecio jacobaea, Silene nutans, Stipa pennata, Trifolium montanum, Veronica spicata, Veronica teucrium, Vicia tenuifolia</i>	<u>Характерные:</u> NmEg, PnEg, OX, St, MDr, MFr <u>Возможные:</u> PnF <u>Некарктерные:</u> BrF, BrEg, NmF, NtF, NtEg, WS, Adv
<u>Кустарниковые степи:</u> – дроково-эспарцетные, – спирейно-вишнево-разнотравные	Покатые и пологие склоны.	<u>Кустарниковый ярус:</u> <i>Betula humilis, Cerasus fruticosa, Chamaecytisus ruthenicus, Genista tinctoria, Rosa majalis, Spiraea crenata</i> <u>Травяно-кустарничковый ярус:</u> <i>Adonis vernalis, Aster amellus, Betonica officinalis, Campanula sibirica, Carlina biebersteinii, Dracocephalum ruyschiana, Galium mollugo, Hypericum perforatum, Koeleria cristata, Libanotis montana, Onobrychis arenaria, Origanum vulgare, Pedicularis kaufmannii, Phlomis tuberosa, Pyrethrum corymbosum, Thalictrum simplex, Trifolium montanum, Veronica spicata, Vicia tenuifolia</i>	<u>Характерные:</u> NmEg, PnF, PnEg, OX, St, MDr, MFr <u>Возможные:</u> BrF, NmF <u>Некарктерные:</u> BrEg, NtF, NtEg, WS, Adv
<u>Березняки:</u> – парковые, – с кустарниковым ярусом из вишни и степным разнотравьем, – с примесью широколиственных пород, – с лесо-луговым разнотравьем	Возвышенные участки, покатые и пологие склоны.	<u>Древесный ярус:</u> <i>Betula pendula, примесь Pinus sylvestris, Tilia cordata, Quercus robur, Populus tremula</i> <u>Кустарниковый ярус:</u> <i>Cerasus fruticosa, Chamaecytisus ruthenicus, Genista tinctoria, Lonicera xylosteum, Rhamnus cathartica, Rosa majalis, Rubus idaeus, Spiraea crenata</i> <u>Травяно-кустарничковый ярус:</u> <i>Aconitum septentrionale, Adenophora liliifolia, Adonis vernalis, Aegopodium podagraria, Aster amellus, Brachypodium pinnatum, Calamagrostis arundinacea, Calamagrostis epigeios, Campanula latifolia, Campanula persicifolia, Campanula sibirica, Digitalis grandiflora, Geranium sylvaticum, Inula salicina, Lathyrus pisiformis, Lathyrus vernus, Lilium pilosiusculum, Phlomis tuberosa, Poa pratensis, Pyrethrum corymbosum, Rubus saxatilis, Sanguisorba officinalis, Serratula coronata, Trifolium montanum, Turritis glabra, Vicia sylvatica</i>	<u>Характерные:</u> NmF, NmEg, PnF, St, MDr, MFr <u>Возможные:</u> BrF, BrEg, NtEg, PnEg, OX <u>Некарктерные:</u> NtF, WS, Adv

Экология и природопользование

Абдулманова И.Ф.

Окончание табл. 2

Тип растительности [15]	Биотопическая приуроченность	Типичные представители фитоценозов	Эколого-ценотический состав
«Горные» сосняки: – пустынно-овцецовыве; – шелковисто-полынныне, – перисто-коротконоожковые	Обнажения гипсов, андидритов, известняков, доломитов преимущественно южной, юго-восточной и юго-западной экспозиций	<u>Древесный ярус:</u> <i>Pinus sylvestris</i> , примесь <i>Betula pendula</i> <u>Кустарниковый ярус:</u> <i>Cerasus fruticosa</i> , <i>Chamaecytisus ruthenicus</i> , <i>Genista tinctoria</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Rosa majalis</i> <u>Травяно-кустарничковый ярус:</u> <i>Anemone sylvestris</i> , <i>Aster amellus</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Brachypodium pinnatum</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Digitalis grandiflora</i> , <i>Dracocephalum ruyschiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Filipendula vulgaris</i> , <i>Helianthemum nummularium</i> , <i>Inula hirta</i> , <i>Orobrychis arenaria</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Poa angustifolia</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Stipa pennata</i> , <i>Trommsdorffia maculata</i> , <i>Veronica spicata</i> , <i>Vicia tenuifolia</i>	<u>Характерные:</u> NmEg, PnF, PnEg, OX, St, MDr <u>Возможные:</u> BrF, BrEg, NmF, MFr <u>Неключевые:</u> NtF, NtEg, WS, Adv

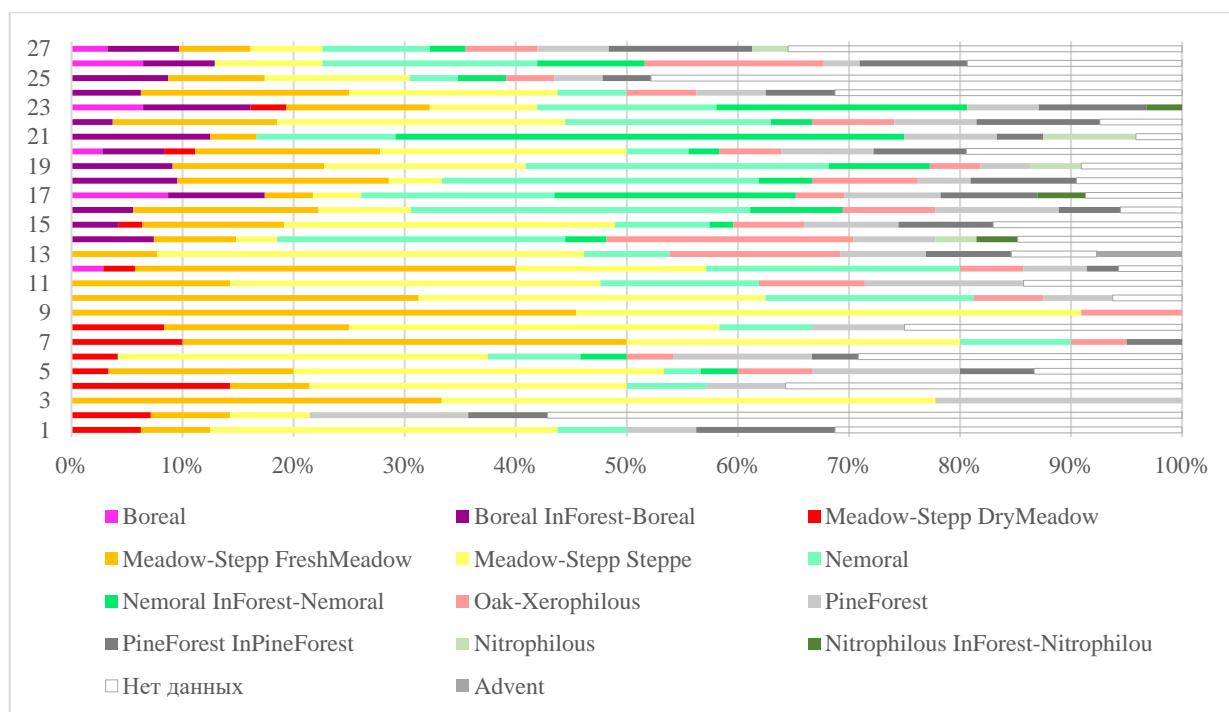


Рис. 2. Эколого-ценотический состав растительных сообществ Кунгурской лесостепи.

Примечание: каменистые степи: 1 – Спасская и Подкаменная горы, 2 – Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера, 3 – Ординская пещера, 4 – Лысая гора, 5 – Шлюпинский камень, 6 – Вяткинский; луговые степи: 7 – Шлюпинский камень, 8 – Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера, 9 – Ординская пещера, 10 – Кленовая гора, 11 – Татарская гора, 12 – Вяткинский; кустарниковые степи: 13 – Лобач, 14 – Белый камень, 15 – Спасская и Подкаменная горы; березовые леса: 16 – Спасская и Подкаменная горы, 17 – Усановский, 18 – Кашкинская дубрава, 19 – Вяткинский, 20 – Байдарашки, 21 – Большая Мечкинская пещера; «горные» сосняки: 22 – Гусельниковский, 23 – Плакун, 24 – Спасская и Подкаменная горы, 25 – Усановский, 26 – Кашкинская дубрава, 27 – Вяткинский.

Fig. 2. Ecological-coenotic composition of plant communities of the Kungur forest-steppe.

Note: rocky steppes: 1 – Spasskaya and Podkamennaya Mountains, 2 – Ledyanaya Mountain and Kungur Ice Cave, 3 – Ordinskaya Cave, 4 – Lysaya Mountain, 5 – Shlyupinsky Stone, 6 – Vyatkinsky; meadow steppes: 7 – Shlyupinsky Stone, 8 – Ledyanaya Mountain and Kungur Ice Cave, 9 – Ordinskaya Cave, 10 – Klenovaya Mountain, 11 – Tatarskaya Mountain, 12 – Vyatkinsky; shrub steppes: 13 – Lobach, 14 – Bely Kamen, 15 – Spasskaya and Podkamennaya Mountains; birch forests: 16 – Spasskaya and Podkamennaya Mountains, 17 – Usanovsky, 18 – Kashkinskaya Oak Grove, 19 – Vyatkinsky, 20 – Baidarashki, 21 – Bolshaya Mechkinskaya Cave; «mountain» pine forests: 22 – Guselevnikovsky, 23 – Plakun, 24 – Spasskaya and Podkamennaya Mountains, 25 – Usanovsky, 26 – Kashkinskaya Oak Grove, 27 – Vyatkinsky.

Экология и природопользование

Абдулманова И.Ф.

По рис. 2 также видно, что в базе данных «Флора сосудистых растений Центральной России» не для всех видов представлена информация об их эколого-ценотической принадлежности. Наибольший процент ненайденных видов характерен для каменистых степей и «горных» сосновок. К числу таких видов относятся, к примеру, *Astragalus cornutus*, *Oxytropis uralensis*, *Trifolium lupinaster*, *Polygala sibirica*, *Gypsophila altissima*, *Echinops ruthenicus*, *Onosma simplicissima*, *Libanotis krylovii*, а также виды-доминанты некоторых степных фитоценозов – *Helictotrichon desertorum*, *Artemisia frigida*, *Artemisia sericea*, *Onobrychis arenaria*. Для приблизительного определения эколого-ценотической принадлежности таких видов может быть использовано их описание в «Иллюстрированном определителе...» [10]. Так, *Helictotrichon desertorum* описан как произрастающий «на каменистых склонах, известняковых скалах и обнажениях»; *Artemisia frigida* – произрастающая «на известняковых обнажениях»; *Artemisia sericea* – произрастающая «на известняковых обнажениях, в оstepненных сосновых борах»; *Onobrychis arenaria* – произрастающий «на оstepненных лугах, в редкостойных сосновых и березовых лесах, на известняковых обнажениях». Такое описание позволяет исключить принадлежность видов к boreальной, неморальной, нитрофильной и водно-болотной группам. Более сложным может стать определение по описанию в определителе эколого-ценотической принадлежности, например, такого вида, как *Pleurospermum uralense*, произрастающего «в лесах разных типов, на опушках, полянах, вырубках, среди кустарников, в субальпийском высокогорье, по берегам рек». Этот вид, исходя из описания, может быть отнесен к boreальной, неморальной, нитрофильной группе или подгруппе влажных лугов. В таком случае целесообразен экспертный анализ комплекса других экологических характеристик (отношение к влаге, обеспеченности элементами питания, свету и др.) и встречаемости вида в различных типах сообществ в регионе.

Выявленные особенности эколого-ценотической структуры фитоценозов могут служить индикаторами не нарушенного состояния экосистем. В ходе дальнейших исследований в Кунгурской лесостепи перспективно определение количественного соотношения представителей различных эколого-ценотических групп в фитоценозах и учета динамики внутренней эколого-ценотической структуры фитоценозов для выявления характера сукцессионных процессов.

Присутствие в сообществе видов, свидетельствующих об антропогенном воздействии. Как было показано ранее, современное представление о синантропных видах крайне размыто [1]. Под синантропными принято понимать виды, произрастающие в нарушенных человеком местообитаниях [14]. П.Л. Горчаковский считает, что к синантропным следует относить как местные, так и инорайонные растения, позиции которых в составе растительных сообществ усиливаются при возрастании антропогенных нагрузок [6]. Замечено, что многие охраняемые виды растений проявляют синантропные свойства [1].

Анализ фитоценозов показал, что все они не менее, чем на 25 % состоят из синантропов (рис. 3). Наиболее синантропизирована (на 73 %) луговая степь ООПТ «Ординская пещера». Наименее синантропизированным типом сообществ в целом являются «горные» сосновки. Такой уровень синантропизации сопоставим с вычисленным в 2019 г. Е.Г. Ефимик и Ю.С. Пашовой индексом синантропизации ООПТ «Шлюпинский камень», составившим 48 %, хотя авторы отмечают, что собственно лесостепные группировки ООПТ слабо затронуты синантропизацией [9].

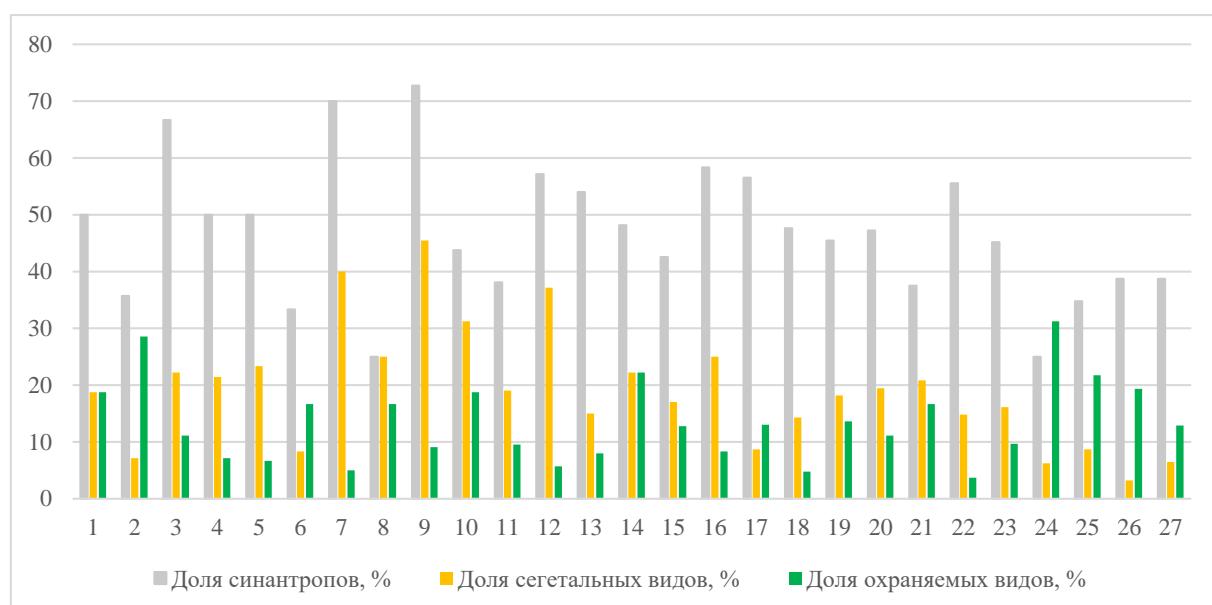


Рис. 3. Доля синантропных, сегетальных и охраняемых видов в составе сообществ Кунгурской лесостепи
Fig. 3. The proportion of synanthropic, segetal, and protected species in the communities of the Kungur forest-steppe

Столь высокая синантропизация фитоценозов объясняется тем, что к числу синантропов А.С. Третьяковой и В.А. Мухиным [17] отнесены такие типичные для Кунгурской лесостепи виды, как *Astragalus danicus*, *Filipendula*

Экология и природопользование

Абдулманова И.Ф.

vulgaris, *Fragaria viridis*, *Silene nutans* и др. А такие синантропы, как *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum*, *Genista tinctoria*, *Onobrychis arenaria*, являются доминантами типчаковых, пустынноовсесцовых, дроково-эспарцетных степей соответственно, что говорит о том, что их проективное покрытие в этих сообществах значительно. Это позволяет, согласно разработанной в 2011 г. методике, отнести данные типы сообществ как минимум к среднедеградированным по показателю суммарного проективного обилия синантропных видов (от 15 до 75 %).

Сегетальными являются растения, засоряющие посевы сельскохозяйственных культур. Их доля в исследованных сообществах варьировала в пределах 3–45 %. Наиболее высока доля сегетальных видов в луговых степях (19–45 %), самая низкая – в «горных» сосняках (3–16 %). В связи с тем, что понятие о сегетальных видах более конкретизировано, при учете степени нарушенности фитоценозов предполагается опираться именно на их перечень, несмотря на то что он тоже не является оптимальным в целях оценки состояния экосистем на ООПТ. Например, в примененный в работе конспект сегетальной флоры [11] включен такой вид, как *Adenophora liliifolia*, занесенный в Приложение к Красной книге Пермского края. В целях экологической оценки экосистем на особо охраняемых природных территориях актуальна разработка регионального перечня синантропных видов растений.

На наш взгляд, необходимо также анализировать сообщества на наличие в них инвазивных видов, появление которых может привести к стремительной деградации экосистемы. Список инвазионных растений представлен в Чёрной книге флоры Средней России [4]. В исследованных сообществах единичные экземпляры инвазивных видов *Amelanchier spicata* и *Acer negundo* были обнаружены в составе кустарникового сообщества на ООПТ «Лобач».

Присутствие в сообществе редких и охраняемых видов. В исследованных сообществах зафиксировано 22 редких и охраняемых вида растений (рис. 3). Преимущественно это виды, внесенные в Приложение к Красной книге Пермского края [12]. Из основного списка Красной книги отмечены *Stipa pennata* (в 16 экосистемах), *Laser trilobum* (в 6 экосистемах), *Adonis vernalis* (в 2 экосистемах), *Scutellaria supina* (в 1 экосистеме). Наиболее высока доля редких и охраняемых видов в составе сообщества (31 %, 5 видов из 16) в сосняке на ООПТ «Спасская и Подкаменная горы». По 6 видов зафиксировано в кустарниковых степях ООПТ «Белый камень», «Спасская и Подкаменная горы», в сосняке «Кашкинской дубравы», но поскольку видовое разнообразие этих сообществ выше, доля редких и охраняемых видов в фитоценозе ниже.

В нескольких экосистемах – в каменистых степях (1, 2, 6), в кустарниковой степи (14), в березняке (17), в сосняках (24, 25, 26, 27) – доля редких и охраняемых видов была равна или превысила долю сегетальных видов, а в одной из экосистем (в «горном» сосняке ООПТ «Спасская и Подкаменная горы») превысила также долю синантропных видов.

Для специфичных сообществ Кунгурской лесостепи в целом достаточно характерно присутствие редких и охраняемых видов. Так, в составе каменистых степей встречаются *Astragalus cornutus*, *Astragalus sulcatus*, *Oxytropis uralensis*, *Aster alpinus*, *Polygon sibirica*, *Helianthemum nummularium*, *Thesium refractum*, *Thymus baschkiriensis*. Для луговых степей типичен *Stipa pennata*. Из кустарников часто встречается *Cerasus fruticosa*. В березовых лесах нередки *Adonis vernalis*, *Adenophora liliifolia*, *Digitalis grandiflora*, *Epipactis helleborine*, *Lilium pilosiusculum*, *Platanthera bifolia*; в «горных» сосняках – *Pulsatilla patens*, *Pulsatilla flavescens*, *Astragalus cornutus*, *Oxytropis uralensis*, *Aster alpinus*, *Centaurea sibirica*. Присутствует и целый ряд других редких и охраняемых видов, свидетельствующих о ценности этих экосистем с позиции охраны биоразнообразия. Применять факт присутствия в составе ценоза редких и охраняемых видов растений в разрабатываемой методике не предполагается, поскольку такие виды встречаются не повсюду даже при отсутствии антропогенного воздействия. Но считается перспективной в целях экологической оценки аналогично региональному перечню синантропных видов разработка перечня видов-индикаторов экосистем особой ценности. В такой перечень, помимо охраняемых видов, могут быть включены эндемики, реликты и виды, не устойчивые к антропогенному воздействию. Высокая доля таких видов в составе сообщества может свидетельствовать о наиболее высокой ценности экосистемы с позиций сохранения растительного биоразнообразия, а разработка индексов, отражающих соотношение видов-индикаторов ценности экосистем и синантропных видов, может оптимизировать процесс оценки состояния экосистем.

Доля площади, лишенной растительности. Процессы деградации экосистем на особо охраняемых природных территориях нередко проявляются в виде постепенного или моментального катастрофического уничтожения живого напочвенного покрова. Наиболее часто к лишению растительного покрова на ООПТ приводят вытаптывание в ходе рекреации. Причинами уничтожения растительности могут также стать пожары, появление абиотического наноса (осыпей, отвалов горных пород, мусора), карьеров и т.п.

Критерии оценки состояния экстразональных экосистем Кунгурской лесостепи. Таким образом, для оценки состояния экосистем Кунгурской лесостепи предлагается использовать следующие критерии, отражающие состояние фитоценозов (табл. 3):

1. фаза трансформации экосистемы (F);
2. доля видов нехарактерных эколого-ценотических групп (unECG);
3. доля сегетальных видов (Seg);
4. доля инвазивных видов растений (Inv);
5. доля площади лишенной растительности (BA (от «bare area»)).

Для определения степени деградации экосистемы следует оценивать ее состояние по всем критериям. Определяющим критерием является свидетельствующий о наиболее деградированном состоянии в сравнении с остальными критериями (см. пример в табл. 4).

Таблица 3
Table 3

Критерии оценки состояния экстразональных экосистем Кунгурской лесостепи
Criteria for assessing the state of extrazonal ecosystems of the Kungur forest-steppe

Степень деградации экосистемы				
0 (недеградированные)	1 (очень слабо деградированные)	2 (слабо деградированные)	3 (средне деградированные)	4 (сильно деградированные)
F – каменистая степь; unECG нет; Seg до 25 %; Inv нет; BA нет.	F – каменистая степь; unECG не более 1 вида; Seg до 35 %; Inv нет; BA нет.	F – каменистая степь; unECG до 25 %, Seg до 45 %; Inv единичные особи; BA до 5 %.	F – каменистая степь / редколесье; unECG до 50 %; Seg до 65 %; III Inv до 25 %; BA до 25 %.	F – каменистая степь / редколесье; unECG свыше 75 %; сообщество сформировано преимущественно сегетальными видами; III Inv превышает 50 %; BA свыше 50 %.
F – луговая степь; unECG нет; Seg до 45 %; Inv нет; BA нет.	F – луговая степь; unECG не более 1 вида; Seg до 55 %; Inv нет; BA нет.	F – луговая степь; unECG до 25 %; Seg до 65 %; Inv единичные особи; BA до 5 %.	F – мезофитный луг / редколесье; unECG до 50 %, Seg до 85 %; III Inv до 25 %; BA до 25 %.	F – коренная трансформация; unECG «сорная» стадия; unECG до 75 %; Seg выше порога предыдущей стадии; III Inv до 50 %; BA до 50 %.
F – кустарниковая степь; unECG нет; Seg до 25 %; Inv нет; BA нет.	F – кустарниковая степь; unECG не более 1 вида; Seg не более 35 %; Inv нет; BA нет.	F – луг со стелыми кустарниками / редколесье; unECG до 25 %; Seg до 45 %; Inv единичные особи; BA до 5 %.	F – луг со стелыми кустарниками / редколесье; unECG до 50 %, Seg до 65 %; III Inv до 25 %; BA до 25 %.	F – смешанный лес / редколесье; unECG до 50 %, Seg до 60 %; III Inv до 25 %; BA до 25 %.
F – березовый лес; unECG не более 1 вида; Seg до 20 %; Inv нет; BA нет.	F – березовый лес; unECG не более 2 видов; Seg не более 30 %; Inv нет; BA нет.	F – березовый лес; unECG до 25 %; Seg до 40 %; Inv единичные особи; BA до 5 %.	F – «бересковый» лес / редколесье; unECG до 50 %, Seg до 60 %; III Inv до 25 %;	F – смешанный лес / редколесье; unECG до 50 %, Seg до 60 %; III Inv до 25 %; BA до 25 %.
F – «кормные» сосняки; unECG не более 1 вида; Seg до 20 %; Inv нет; BA нет.	F – «кормные» сосняки; unECG не более 2 видов; Seg не более 30 %; Inv нет; BA нет.	F – «кормные» сосняки; unECG до 25 %; Seg до 40 %; Inv единичные особи; BA до 5 %.	F – «кормные» сосняки; unECG до 50 %, Seg до 60 %; III Inv до 25 %;	F – сосновый лес / редколесье; unECG до 50 %, Seg до 60 %; III Inv до 25 %;

Примечание: F – фаза трансформации; unECG – виды некарктерных экологических групп; Inv – доля инвазивных видов; BA – участок, лишенный растительности, III – проективное покрытие.

Note: F – transformation phase; unECG – species of uncharacteristic eco-coenotic groups; S – proportion of segetal species; Inv – proportion of vegetation, III – projective cover.

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

На нулевой стадии деградации экосистемы являются недеградированными. В них отсутствуют представители нехарактерных эколого-ценотических групп, доля сегетальных видов не превышает рассчитанного для эталонных сообществ показателя, инвазивные виды отсутствуют, участки, лишенные растительного покрова, отсутствуют.

На стадии очень слабой и слабой деградации экосистемы в целом продолжают сохранять свой характер, но в составе фитоценозов появляются и увеличивают свою долю нехарактерные для них виды, сегетальные виды, могут появляться инвазивные виды, участки, лишенные растительного покрова.

На стадии средней степени деградации существенно увеличивается доля видов нехарактерных для сообщества эколого-ценотических групп, сегетальных или инвазивных видов. Увеличивается площадь лишенной растительности территории. Все это свидетельствует о переломном этапе трансформации экосистемы.

На стадии сильной деградации экосистемы теряют свой степной характер и биорозанообразие, становятся идентичными за счет преобладания видов нехарактерных для них групп и/или сорных, инвазивных видов и/или увеличения доли площади лишенной растительности.

При сильной степени деградации экосистемы либо полностью теряют свой специфический лесостепной характер, либо теряют свою макробиотическую составляющую, в результате запускается вторичная сукцессия, которая при существенной трансформации биотопа может пойти по другому сукцессионному ряду.

Апробация методики. С целью апробации методики проведена оценка состояния 8 экосистем на ООПТ Кунгурской лесостепи, подверженных выраженному антропогенному воздействию (табл. 4).

Таблица 4
Table 4

Оценка экосистем Кунгурской лесостепи с выраженной антропогенной трансформации
Assessment of ecosystems of the Kungur forest-steppe subjected to pronounced anthropogenic transformation

ООПТ	Экосистема	Фактор деградации	F	un ECG	Seg	Inv, число видов	Inv, обилие	ВА	СД*
Зуятская пещера	Каменистая степь	Прогон скота	Каменистая степь	5**	40	0	0	5	2
Пермско-Сергинская карстовая каменистая степь	Каменистая степь	Пожар (более 7 лет назад)	Каменистая степь	0	52	0	0	0	3
Ординская пещера	Луговая степь	Культуры <i>Pinus sylvestris</i>	Редколесье	6	63	1	ед.	0	3
Шлюпинский камень	Луговая степь	Рекреация	Луговая степь	7	52	0	0	5	2
Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера	Березовый лес	Рекреация и инвазии	Березовый лес	0	0	2	ед.***	0	2
Зуятская пещера	Березовый лес	Выпас и прогон скота	Березовый лес	0	85	0	0	0	4
Спасская и Подкаменная горы	Березовый лес	Рекреация и инвазия	Березовый лес	4	45	1	5 %	10	3
Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера	Сосняк	Рекреация и инвазии	Сосняк	8	23	2	5 %	5	2

Примечание: * СД – степень деградации; ** – здесь и далее жирным выделены показатели, по которым экосистеме присвоена степень деградации; *** ед. – единично.

Note: * СД – degradation degree; ** – from here on the indicators according to which the ecosystem is assigned a certain degradation degree are highlighted in bold; *** ед. – single occurrences.

Степень деградации (СД) в трех случаях была определена по значениям нескольких критериев, в пяти случаях – по одному, свидетельствующему о наиболее деградированном состоянии. Для 5 экосистем определяющим критерием оказалась доля сегетальных видов (Seg), для 3 экосистем – доля инвазивных видов (Inv) и/или доля площади, лишенной растительности (ВА), для 2 экосистем – доля видов нехарактерных эколого-ценотических групп (unECG), для 1 экосистемы – фаза трансформации экосистемы (F).

Для обработки большого массива полевых данных перспективна разработка программного продукта на основе данной методики.

Анализ имеющихся данных о состоянии экосистем на ООПТ Кунгурской лесостепи. В табл. 5 представлена динамика оценок состояния экосистем и их компонентов Кунгурской лесостепи, полученных на основе данных мониторинга ООПТ с 2003 по 2023 г. Для сопоставимости расчёт данных за 2023 г. проведен по тем же ООПТ, что и в вышедшей ранее публикации [20], хотя в ней не учтена такая ООПТ с выраженными степными экосистемами (рис. 1), как «Шлюпинский камень».

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

Таблица 5
Table 5

Динамика оценок состояния экосистем и их компонентов в Кунгурской лесостепи
Dynamics of the state assessment of ecosystems and their components in the Kungur forest-steppe

<i>Средневзвешенная степень деградации на сети ООПТ</i>	<i>по данным 2003–2010 гг. [7]</i>	<i>по данным на 2014 г. [32]</i>	<i>по данным на 2023 г.</i>
Почвы	—	1,1	1,5
Растительности	2,4	2,3	2,1
Трансформации экосистем	—	2,2	1,9
Экосистем	—	2,0	1,6

Состояние растительного покрова остается на уровне слабодеградированного, хотя отмечается тенденция его улучшения. Такое состояние растительности наиболее характерно для ООПТ Пермского края. Механические повреждения растительности на слабодеградированных территориях достигают не более 3 % от площади ООПТ, синантропные растения представлены единично не на всех объектах. Древостой частично разрежен выборочными и стихийными рубками [5]. Состояние почвенного покрова остается очень слабодеградированным – почвы имеют незначительные повреждения гумусового горизонта, материнской породы [20]. Состояние экосистем перешло от уровня слабодеградированного к очень слабодеградированному. Таким образом, отмечена тенденция улучшения состояния всех экосистем Кунгурской лесостепи в совокупности – как зонального характера, так и экстразонального.

Таблица 6
Table 6

Состояние специфичных экосистем и их компонентов в Кунгурской лесостепи по данным мониторинга 2023 г.

The state of specific ecosystems and their components in the Kungur forest-steppe according to monitoring data from 2023

<i>Средневзвешенная степень деградации на сети ООПТ</i>	<i>Каменистые степи</i>	<i>Луговые степи</i>	<i>Кустарниковые степи</i>	<i>Березовые леса</i>	<i>«Горные» сосняки</i>
Почвы	1,3	1,6	2	1,2	1,0
Растительности	1,4	1,8	2	1,3	1,9
Трансформации экосистем	0,4	1,5	1	1,1	0,9
Экосистем	1,0	1,7	1,7	1,2	1,3

Согласно данным мониторинга 2023 г., рассчитанная средневзвешенная степень деградации специфичных экосистем Кунгурской лесостепи также свидетельствует об их очень слабодеградированном состоянии (табл. 6). Состояние экосистем несколько ухудшается в ряду: каменистые степи > березовые леса > «горные» сосняки > луговые и кустарниковые степи.

Заключение

В целях экологической оценки состояния экосистем на особо охраняемых природных территориях Кунгурской лесостепи предложена методика, учитывающая особенности экстразональных фитоценозов. В ходе экологической оценки предлагается использовать следующие критерии: фазу трансформации экосистемы, долю видов растений нехарактерных эколого-ценотических групп, долю сегетальных видов, долю инвазивных видов растений, долю площади, которая лишена растительности.

Апробация разработанной методики на экосистемах, находящихся под выраженным антропогенным воздействием, продемонстрировала, что степень деградации экосистем может быть определена как по нескольким критериям, так и по одному, свидетельствующему о наиболее деградированном состоянии. В рассмотренных случаях все предложенные критерии оказались в роли определяющих.

Разработанная методика предоставит возможность выявления характера и скорости сукцессионных процессов в специфичных экосистемах на ООПТ Кунгурской лесостепи.

В качестве перспектив исследования выделяется разработка регионального перечня синантропных видов растений и перечня видов-индикаторов особо ценных экосистем с позиций сохранения биоразнообразия. На основании указанных перечней возможна разработка индексов для оптимизации процесса оценки состояния экосистем. Перспективно определение количественного соотношения представителей различных эколого-ценотических групп в фитоценозах и учета динамики этого показателя. Для оптимизации процесса обработки данных актуальна разработка программного продукта на основе методики.

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

Библиографический список

1. Абдулманова И.Ф. Некоторые вопросы оценки степени деградации растительности особо охраняемых природных территорий регионального значения в Пермском крае: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБУ «Государственный заповедник "Басеги"». Пермь, 2022. С. 115–122. EDN: NLUWOI
2. Абдулманова И.Ф. Некоторые особенности биоразнообразия и антропогенное воздействие на природные системы Кунгурской лесостепи // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 4 (87). С. 108–121. DOI: 10.54398/20776322_2022_4_108 EDN: NGUWEZ
3. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения: методические указания // Географический вестник. 2011 № 2. С. 49–59. EDN: OALKXV
4. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с. ISBN: 978-88-911-9487-9 EDN: PKZQOA
5. Воронов Г.А., Зайцев А.А. Состояние растительности на особо охраняемых природных территориях регионального значения в Пермском крае // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 5. С. 112. EDN: NUWGKA
6. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3–16. EDN: TBMJXF
7. Горчаковский П.Л. Красноуфимская лесостепь ботанический феномен Предуралья // Ботанический журнал. 1967. Т. 52, № 11. С. 1574–1592. EDN: IUGFVJ
8. Гусев А.П. Фитоиндикационно-геоэкологический анализ динамики геосистем: теоретические и методические основы // Вестник Витебского государственного университета им. П.М. Машерова. 2010. № 2 (56). С. 84–89. EDN: LMBNGV
9. Ефимик Е.Г., Пашова Ю.С. Конспект флоры ООПТ «Шлюпинский камень» (Пермский край) // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2019. № 1. С. 21–25. DOI: 10.17072/1994-9952-2019-1-21-25 EDN: ZDHXGX
10. Иллюстрированный определитель растений Пермского края / под ред. С.А. Овеснова. Пермь: Кн. мир, 2007. 743 с.
11. Кондратков П.В., Третьякова А.С. Конспект сегетальной флоры Свердловской области // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2019. № 1. С. 26–41. DOI: 10.17072/1994-9952-2019-1-26-41 EDN: NXOLEG
12. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
13. Кузьмина Ж.В. Динамические изменения экосистем и вопросы их оценки // Экосистемы: экология и динамика. 2017. № 1. С. 10–25. EDN: YYVQFT
14. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с. ISBN: 5-02-004623-X EDN: TCKLDJ
15. Овеснов С.А. Кунгурская лесостепь: феномен или фантом? // Ботанические исследования на Урале: материалы регион. с междунар. участием науч. конф. Пермь, 2009. С. 270–275. EDN: SXAGGL
16. Овеснов С.А. Местная флора Пермского края и ее анализ. Пермь: Перм. гос. ун-т., 2009. 215 с.
17. Третьякова А.С., Мухин В.А. Синантропная флора Среднего Урала. Екатеринбург: Издательство «Екатеринбург», 2001. 148 с. ISBN: 5-88464-005-6 EDN: UCPIZJ
18. Ханина Л.Г., Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Шовкун М.М., Глухова Е.М. Флора сосудистых растений Центральной России. URL: [https://www.impb.ru/eco_\(дата обращения 09.01.2025\)](https://www.impb.ru/eco_(дата обращения 09.01.2025))
19. Чубилев А.А. Урал: природное разнообразие и евро-азиатская граница. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 160 с. ISBN: 978-5-7691-1960-6 EDN: QKKHAB
20. Шуваев Н.С., Зайцев А.А., Бузмаков С.А. Анализ и оценка состояния особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи Пермского края // Геология, география и глобальная энергия. 2014. № 1 (52). С. 195–206. EDN: VMFBHD
21. Cutler N. Long-term primary succession: a comparison of non-spatial and spatially explicit inferential techniques. Plant Ecol. 2010. Vol. 208. P. 123–136. DOI: 10.1007/s11258-009-9692-2 EDN: NBAJFL
22. Erdős L., Ambarlı D., Anenkhonov O. et al. The edge of two worlds: A new review and synthesis on Eurasian forest-steppes // Applied Vegetation Science 21. 2018. P. 345–362. DOI: 10.1111/avsc.12382 EDN: YBXVCP
23. Hiebenga M., Orlova E., Pereskokov M. et al. Holocene history of the Kungur forest-steppe (cis-Urals, European Russia): case study Uinskoe mire // Quaternary Science Reviews. 2024. No. 337 (3–4). DOI: 10.1016/j.quascirev.2024.108792 EDN: PKJRUB
24. Soromotin A.V., Lanza G.R., Sizov O.S. et al. Cyclic and linear trajectories of ecosystem evolution on sand dunes in Siberian taiga: A comprehensive analysis // Science of The Total Environment. 2024. V. 928. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.172265 EDN: HNYKLL

References

1. Abdulmanova, I.F., (2022). Some issues of assessing the degree of degradation of vegetation in specially protected natural areas of regional significance in the Perm region // materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of the Federal State Budgetary Institution "State Reserve "Basegi". Perm. pp. 115–122. (in Russian)
2. Abdulmanova, I.F. (2022). Some features of biodiversity and anthropogenic impact on natural systems of the Kungur forest-steppe. *Geology, geography and global energy*. No. 4(87). P. 108–121. doi: 10.54398/20776322_2022_4_108 (in Russian)
3. Buzmakov, S.A., Ovesnov, S.A., Shepel, A.I., Zaitsev, A.A. (2011). Ecological assessment of the state of specially protected natural areas of regional significance: Methodological guidelines. *Geographical Bulletin*. 2011 No. 2. P. 49–59. (in Russian)
4. Vinogradova, Yu.K., Mayorov, S.R., Khorun, L.V. (2010). *Black Book of the Flora of Central Russia: Alien Plant Species in the Ecosystems of Central Russia*. Moscow, GEOS. 512 p. (in Russian)
5. Voronov, G.A., Zaitsev, A.A. (2012). State of vegetation in specially protected natural areas of regional significance in Perm Krai. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the RAS*. Vol. 14. No. 5. P. 112.
6. Gorchakovskiy, P.L. (1984). Anthropogenic changes in vegetation: monitoring, assessment, forecasting. *Ecology*. No. 5. P. 3–16. (in Russian)

Экология и природопользование
Абдулманова И.Ф.

7. Gorchakovskiy, P.L. (1967). Krasnoufimsk forest-steppe: a botanical phenomenon of the Cis-Urals. *Botanical Journal*. Vol. 52. No. 11. P. 1574–1592. (in Russian)
8. Gusev, A.P. (2010). Phytoindication-geoecological analysis of the dynamics of geosystems: theoretical and methodological foundations. *Bulletin of the Vitebsk State University named after P.M. Masherov*. No. 2 (56). P. 84–89. (in Russian)
9. Efimik, E.G., Pashova, Yu.S. (2019). Abstract of the flora of the protected area "Shlyupinsky Kamen" (Perm Krai). *Bulletin of Perm University. Series: Biology*. No. 1. P. 21–25. doi: 10.17072/1994-9952-2019-1-21-25 (in Russian)
10. *Illustrated guide to plants of Perm Krai* / edited by S.A. Ovesnov. Perm: Kn. mir, 2007. 743 p. (in Russian)
11. Kondratkov, P.V., Tretyakova, A.S. (2019). Abstract of the vegetal flora of the Sverdlovsk region. *Bulletin of Perm University. Series: Biology*. No. 1. P. 26–41. doi: 10.17072/1994-9952-2019-1-26-41 (in Russian)
12. *Red Book of Perm Krai* / edited by M.A. Baklanov. Perm: Aldari, 2018. 232 p. (in Russian)
13. Kuzmina, Zh.V. (2017). Dynamic changes in ecosystems and issues of their assessment. *Ecosystems: ecology and dynamics*. 2017. No. 1. P. 10–25. (in Russian)
14. Mirkin, B.M., Rosenberg, G.S., Naumova, L.G. (1989). *Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology*. M.: Nauka. 223 p. (in Russian)
15. Ovesnov, S.A. (2009). Kungur forest-steppe: phenomenon or phantom? // Botanical research in the Urals: materials of the regional. with international. participation scientific. conf. Perm. Pp. 270–275. (in Russian)
16. Ovesnov, S.A. (2009). *Local flora of Perm Krai and its analysis*. Perm: Perm. state University. 215 p.
17. Tretyakova, A.S., Mukhin, V.A. (2001). *Synanthropic flora of the Middle Urals*. Ekaterinburg: Ekaterinburg Publishing House. 148 p. (in Russian)
18. Khanina, L.G., Zaugolnova, L.B., Smirnova, O.V., Shovkun, M.M., Glukhova, E.M. Flora of vascular plants of Central Russia. URL: <https://www.impb.ru/eco/> (date of access: 01/15/2025) (in Russian)
19. Chibilev, A.A. (2011). *The Urals: natural diversity and the Eurasian border*. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 160 p. (in Russian)
20. Shubaev, N.S., Zaitsev, A.A., Buzmakov, S.A. (2014). Analysis and assessment of the state of specially protected natural areas of the Kungur forest-steppe of the Perm region. *Geology, geography and global energy*. No. 1(52). P. 195–206. (in Russian)
21. Cutler, N. (2010). Long-term primary succession: a comparison of non-spatial and spatially explicit inferential techniques. *Plant Ecol.* Vol. 208, Pp.123–136. (in English)
22. Erdős, L., Ambarli, D., Anenkhonov, O. et al. (2018). The edge of two worlds: A new review and synthesis on Eurasian forest-steppes. *Applied Vegetation Science* 21. 345–362. doi: 10.1111/avsc.12382 (in English)
23. Hiebenga, M., Orlova, E., Pereskokov, M. et al. (2024). Holocene history of the Kungur forest-steppe (cis-Urals, European Russia): case study Uinskoe mire. *Quaternary Science Reviews*. 337 (3–4). doi: 10.1016/j.quascirev.2024.108792 (in English)
24. Soromotin, A.V., Lanza, G.R., Sizov, O.S. et al. (2024). Cyclic and linear trajectories of ecosystem evolution on sand dunes in Siberian taiga: A comprehensive analysis. *Science of The Total Environment*. V. 928. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.172265 (in English)

Статья поступила в редакцию: 07.02.25, одобрена после рецензирования: 14.04.25, принята к опубликованию: 13.06.25.

The article was submitted: 7 February 2025; approved after review: 14 April 2025; accepted for publication: 13 June 2025.

Информация об авторе

Ирина Фиргатовна Абдулманова
 аспирант географического факультета,
 ассистент кафедры биогеоценологии
 и охраны природы,
 Пермский национальный
 исследовательский университет;
 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Information about the author

Irina F. Abdulmanova
 Postgraduate Student, Faculty of Geography;
 Assistant, Department of Biogeocenology
 and Nature Conservation,
 Perm State University;
 15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

e-mail: a.ir-flora@mail.ru