

ПРИНЦИПЫ ВЫЯВЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ТРАВЯНОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

А. Г. Егоров, О. А. Климова

Институт экологии человека Федерального исследовательского центра
угля и углехимии СО РАН, Россия,
e-mail: rekreo@mail.ru

PRINCIPLES OF IDENTIFICATION OF CRITICAL CONDITIONS OF HERBAL COVER IN THE CONDITIONS OF RECREATIONAL TRANSFORMATION

A. G. Egorov, O. A. Klimova

Аннотация. Рассматриваются методы определения рекреационных нагрузок при проектировании и освоении территорий для отдыха. Уточняется понятие устойчивости и рекреационной емкости рекреационных комплексов. Оценивается возможность использования в качестве индикационных и диагностических признаков для определения степени устойчивости характеристики состояния травянистых растений с учетом структурных признаков фитоценозов — флористический состав, общее проективное покрытие и обилие, показатели надземной и подземной фитомассы, характер возобновления. Высокую биоиндикационную значимость имеет принадлежность к той или иной эколого-фитоценотической группе. В результате исследований доказано, что состояние сообществ зависит от суммарных величин рекреационных воздействий в течение вегетационного сезона. Предлагается при проектировании природоподобных рекреационных объектов с использованием региональных биотических компонент применять коэффициент коррекции на длительность использования.

Ключевые слова: рекреационные нагрузки, емкость, устойчивость, дигрессионные смены, антропотолерантность травянистых растений

Abstract. The methods of determining recreational loads in the design and development of areas for recreation are considered. The concept of sustainability and recreational capacity of recreational complexes is clarified. The possibility of using as indicative and diagnostic signs for determining the degree of sustainability the characteristics of the state of herbaceous plants taking into account the structural features of phytocenoses: floristic composition, total projective cover and abundance, indicators of above-ground and underground phytomass, the nature of renewal is assessed. The high bioindication significance is the belonging to one or another ecological-

phytocenotic group. As a result of research it was proved that the state of communities depends on the total values of recreational impacts during the growing season. It is proposed to apply the correction factor for the duration of use in the design of nature-like recreational facilities using regional biotic components.

Keywords: recreational loads, capacity, sustainability, digression shifts, herbaceous plants anthropotolerance

В связи с возрастающей ролью объектов локальной инфраструктуры для обеспечения доступности в отдыхе населения городов России, большое внимание уделяется разработке и методическому обеспечению мероприятий по охране и рациональному использованию рекреационных ресурсов. В процессе использования природных комплексов для целей отдыха между объектами и субъектами рекреации возникает серия отрицательных обратных связей, выражаемых в положительном влиянии природной среды на восстановление психо-физиологических функций человека и отрицательном влиянии отдыхающих на природу.

Четкое и планомерное решение этих задач позволит своевременно выявить негативные моменты, возникающие при действии антропогенных факторов на растительный покров, и избежать критических состояний биоеценозов.

В действующих стандартах и правилах при проектировании и освоении объектов отдыха в качестве нормирующих показателей чаще всего используются технические и механистические характеристики территорий [ОСТ 56-100–95, СП 475.1325800.2020]. Оценке ответных реакций и режимов нормального функционирования биотических компонент отводится второстепенная роль, часто не принимаемая в разработке проектных решений. Такой подход реализован и в новейших Правилах расчета предельно допустимой рекреационной емкости даже для особо охраняемых природных территорий [Правила..., 2023; Типовые правила, 2023].

Исходя из опыта использования территориальных рекреационных комплексов, следует принимать во внимание, что планирование мероприятий по перспективному освоению рекреационных территорий должно базироваться на устойчивости почвенно-растительного покрова к антропогенным (рекреационным) нагрузкам.

Под устойчивостью растительных сообществ понимают их способность сохранять свои позиции, структуру и характер функционирования при изменяющихся условиях среды. Соответственно выделяют позиционную, структурную и функциональную устой-

чивости, которые взаимосвязаны и взаимообусловлены [Рекомендации по рекреационному пользованию лесом в Западной Сибири, 1989]. Позиционная устойчивость — это понятие, характеризующее относительную статичность, т.е. фиксированность растительного сообщества на определенной территории. Структурная устойчивость отражает характер строения фитоценозов и закономерности связей между отдельными компонентами. Функциональная устойчивость характеризует способность фитоценозов сохранять свое функциональное назначение в процессе пространственного взаимодействия с элементами других систем (природных и антропогенных).

Существует большое количество методов определения рекреационных нагрузок, предложенных различными авторами [Горбачевская, Линник, 1978; Меллума, Рунгуле, Эмсис, 1982; Тарасов, 1986; Артемьев и др., 2020]. В большинстве случаев они характеризуются разными единицами измерений, часто противоречивыми как по размерности, так и по абсолютным значениям величин. Следовательно, несопоставимыми являются и результаты исследований. В связи с этим целесообразно проследить общие тенденции ответных реакций фитоценозов на действие рекреационных факторов без конкретизации диапазонов наносимых воздействий и учитывая лишь конечные состояния сообществ, находящихся на разных стадиях дигрессионного ряда.

Традиционные формы определения устойчивости растительных комплексов, используемых для целей рекреации, осуществляется путем определения стадий дигрессии, которые соответствуют уровню нарушенности почвенно-растительного покрова. Общепринятое мнение базируется на том, что границы устойчивости рекреационных фитоценозов находятся между 3 и 4 стадиями дигрессии. Каждой из этих стадий соответствует специфическая структура нижних ярусов растительного сообщества. Изменения структурно-функциональной организации фитоценозов в ходе рекреационной дигрессии вызываются интенсивностью воздействий, режимами использования, плотностью отдыхающих.

Те нагрузки, которые приводят фитоценоз к критическому состоянию называются предельно допустимыми. Выход за их пределы может привести к нежелательным и необратимым дигрессивным процессам. Чаще всего предельно допустимые нагрузки, выражаемые количеством посещений на единицу площади или за единицу времени, определяют путем визуальных наблюдений за количеством отдыхающих или по общей степени нарушенности почвенно-растительного покрова.

В качестве индикационных и диагностических признаков для определения степени устойчивости используют информационные характеристики состояния травянистых растений. Именно растения травяного яруса первыми принимают воздействия всей совокупности рекреационных факторов [Таран, 1985; Рысина, Рысин, 1987].

Наиболее часто используемые показатели, характеризующие степень устойчивости травяного покрова: флористический состав фитоценоза, общее проективное покрытие и обилие, показатели надземной и подземной фитомассы, характер возобновления. Кроме того, биоиндикационную значимость имеет принадлежность к той или иной эколого-фитоценотической группе. Анализ литературных данных и результаты собственных исследований показывают, что антропоустойчивость видовых представителей в различных географических и климатических зонах не адекватна степени наносимых воздействий и ответная реакция растений, формирующих рекреационный выдел, варьирует в широких пределах [Егоров, Попова, 1996; Дронин, 2018].

Оценка рекреационных воздействий и выявление границ устойчивости фитоценозов проведена на предприятиях стационарного отдыха и на перспективных для организации отдыха территориях (экспериментальное моделирование нагрузок) в Кемеровской области.

Для повышения уровня репрезентативности применены методы многомерного статистического анализа фитоценотических данных в среде пакета прикладных программ «Морфолог» [Егоров, 2005]. Назначение пакета — обработка биологической информации морфологического характера с целью оценки близости или выраженности отличий между отдельными выборками (таксонами, популяциями, сообществами и др.), выделение признаков наиболее значимых в разделении выборок, построение диагностических таблиц, наиболее объективно (с точки зрения статистики) различающих предлагаемые для анализа выборки по морфологическим показателям.

Базой для формирования обучающих и анализируемых выборок послужили классические морфологические признаки растений на разных уровнях организации — от индивидуального до фитоценотического. Проведенный анализ позволил диагностировать стадии (в том числе и критические) дигрессионного процесса растительности с высокой степенью достоверности.

Исследования позволили выделить группу морфологических признаков, наиболее подверженных изменчивости и имеющих высокую индикационную значимость для выявления группы антропоустойчивых

потолерантных видов: высота растения, длина и ширина листовой пластинки, изрезанность края листа, размер органов генеративной сферы, уровень развития корневой системы.

Влияние рекреационного вытаптывания на изменение морфологических признаков травянистых растений, выражается, прежде всего, в сокращении площади листовых пластинок. Так площадь листа *Plantago major* L. на нарушенном участке уменьшается в 10 раз по сравнению с контрольным участком. Экспериментально доказано, что под влиянием вытаптывания изменяется толщина стебля некоторых видов. Стебель *Agrimonia pilosa* Ledeb. на участках, подвергающихся воздействию утолщается и укорачивается по сравнению с контрольными растениями, у *Glechoma hederacea* L., произрастающей на сильно нарушенном участке увеличивается плотность опушения стебля и листьев кроющими волосками (трихомами), уменьшающих транспирацию. У различных видовых представителей наблюдается ряд других изменений морфологического облика.

В результате исследований выявлены стадийные модификаций фитоценозов в ходе антропогенного вмешательства. В ряду переходных стадий, как правило, устанавливаются критические состояния, при которых фитоценозы еще способны к самовосстановлению и устойчивому функционированию. Увеличение рекреационных нагрузок ведет к деградации сообществ.

В процессе рекреационной дигрессии наблюдается конвергенция различных типов растительности по видовому составу. Лесные травы постепенно уступают место лесолуговым, луговым формам, а затем и сорным видам. Увеличивается доля участия светолюбивых видов. В условиях рекреационного воздействия дигрессионный процесс принимает форму антропогенной сукцессии со свойственными ей сменами доминирующих элементов. Основные тенденции смен соответствуют классификационной схеме локальных антропогенных сукцессий биогеоценозов которая имеет следующие блоки: I — возникновение дигрессионных ассоциаций; II — возникновение производной группы дигрессионных ассоциаций; III — смена на производный тип растительности. Наблюдаемая в процессе исследований смена ассоциаций вполне отвечает описанной последовательности.

В ходе демулационного процесса также прослеживается сходство состояний нижнего яруса фитоценозов по градиенту наносимых ранее нагрузок и времени восстановления.

Соотносительный анализ дигрессионных и демулационных рядов иллюстрирует наличие общих стадий сообществ, проходящих

через серию ассоциаций с участием группы устойчивых видов. Но на третьем году восстановления фитоценоз находится лишь в форме производной группы дигрессивных ассоциаций. С одной стороны, это подтверждает мнение об обратимости процессов дигрессии, а с другой — согласуется с утверждениями ряда исследователей: если изменение геоматической среды будет велико, то при снятии нагрузок рекреационный комплекс способен вернуться в первоначальное состояние только через значительный промежуток времени. Э. А. Ершова и Е. И. Лапшина (1994) поясняют это тем, что программа саморазвития фитоценозов заранее заложена в эволюционно сложившиеся и наследственно закрепленные свойства видов, участвующих в формировании отдельных стадий восстановления. При критических нагрузках происходит ломка этой программы, что связано с выпадением важнейших ценозообразующих видов.

Проведенные исследования позволяют констатировать следующие:

Рекреационно-дигрессионные и рекреационно-демутационные изменения в травяном покрове происходят по градиенту абсолютных значений рекреационных нагрузок.

Состояние сообществ зависит от суммарных величин рекреационных воздействий в течение вегетационного сезона.

При проектировании природоподобных рекреационных объектов с использованием региональных биотических компонент необходимо применять коэффициент коррекции на длительность использования (для условий Кузбасса $k \approx 0,28$).

В случае использования дискриминантного анализа при выявлении критических состояний фитоценозов в условиях действия рекреационных нагрузок для сохранения нативного биоразнообразия и обеспечения структурной устойчивости объединение выборок при кластеризации необходимо проводить по первому (P_1) уровню достоверности. Для сохранения функционального назначения территории по второму (P_2) уровню достоверности.

ЛИТЕРАТУРА

- Артемьев А. М., Абдреева Ш. Т., Актымбаева А. С., Кертешев Т. С., Агажаева А. К. Методические рекомендации по определению норм рекреационных нагрузок. Нур-Султан, 2020. 76 с.
- Горбачевская Н. Л., Линник В. Г. Методика экспериментального определения устойчивости травяного и почвенного покрова к вытаптыванию // Влияние массового туризма на биогеоценозы леса. М.: МГУ, 1978. С. 13–17.
- Дронин Г. В. Антропоустойчивые группы флоры бассейна реки Сызранки // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4 (1). С. 217–223.

- Егоров А. Г., Попова О. А. Общие закономерности изменений растительности под действием рекреационных факторов. Деп. в ВИНТИ 29.11.1996. № 34080. 18 с.
- Егоров А. Г. Рекреационная трансформация травяного покрова водоохранной зоны Крапивинского водохранилища. Дисс. кан. биол. наук, Новосибирск, 2005. 161 с.
- Ершова Э. А., Лапшина Е. И. Трансформация степной растительности Сибири // Сибирский эколог. журнал, 1994. № 5. С. 393–401.
- Меллума А. Ж., Рунгуле Р. Х., Эмсис И. В. Отдых на природе как природоохранный проблема. Рига: Зинатне, 1982. 162 с.
- ОСТ 56-100–95. Стандарт отрасли «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы» (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. № 114). Нур-Султан, 2020. 765 с.
- Правила расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий федерального значения при осуществлении туризма утв. Постановлением Правительства РФ от 31.10.2023 г. № 1811).
- Рекомендации по рекреационному пользованию лесом в Западной Сибири / И. В. Таран, Н. Д. Беликова, В. Н. Спиридонов, В. С. Иванов, А. М. Агапова, Р. Д. Ерохова. Новосибирск, 1989. 60 с.
- Рысина Г. П., Рысин Л. П. Оценка антропоустойчивости лесных травянистых растений // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987. С. 26–35.
- Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4 (1). С. 217–223.
- СП 475.1325800.2020. Свод правил. «Парки. Правила градостроительного проектирования».
- Таран И. В. Рекреационные леса Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 228 с.
- Тарасов А. И. Рекреационное лесопользование. М.: Агропромиздат, 1986. 176 с.
- Типовые правила расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения при осуществлении туризма (утв. Постановлением Правительства РФ от 31.10.2023 г. № 1809).