

УДК 911.2

ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОТОНЕ И ЕГО РОЛЬ В ГОРНЫХ БИОЭКОСИСТЕМАХ

М. В. Нефедова, В. В. Мельничук, Е. А. Скрипчинская

*ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
г. Ставрополь*

Рецензент д-р геогр. наук, профессор В. А. Шальнев

Ключевые слова и фразы: горный экотон; границы в природе; контактные зоны; контурный экотон; ленточный экотон; пограничные сообщества; экотон верхней границы леса.

Аннотация: Рассмотрена проблема границ в природе, представлены различные подходы к пониманию и история изучения данного вопроса. Выделены основные направления в изучении экотонных территорий в настоящее время. Особое внимание уделено изучению экотонов горных территорий. Раскрыта сущность понятия «горный экотон», дана характеристика высотных групп экотонов: долинный смешанных лесов и лугов для среднегорий; верхней границы леса и высокогорных лугов; субнивальный. Более подробно рассмотрен ленточный экотон, сформировавшийся на границе средне- и высокогорных ландшафтов, – экотон верхней границы леса. Выделены разновидности контурных экотонов верхней границы леса. Представлены результаты исследования беспозвоночных на территории хребтового экотона верхней границы леса северного склона Западного Кавказа.

В современной географии и ландшафтоведении одно из перспективных и интересных направлений – изучение границ в природе, под которыми понимают линию или переходную полосу, где происходит существенное изменение природных условий. При этом физико-географическая граница рассматривается, с одной стороны, как линия, разделяющая объекты,

Нефедова Мария Викторовна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения, e-mail: nefedova_m@mail.ru; Мельничук Виктория Викторовна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения; Скрипчинская Евгения Андреевна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения, институт математики и естественных наук, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь.

качественно отличные друг от друга, с другой, – это переходные, граничные пространства, характеризующиеся повышенной интенсивностью геохимических и геофизических процессов и высоким биологическим разнообразием по сравнению с граничащими объектами.

Проблема границ в природе привлекает многих ученых. Среди них Ф. Клементс, Ю. Одум, В. Б. Сочава, Ф. Вальтер, Е. Бокс, Э. Нееф, Д. Л. Арманд, В. С. Залетаев, Э. Г. Коломыйц, Р. А. Мирзадинов, В. А. Николаев, Г. С. Макунина, В. В. Неронов, Т. В. Бобра, В. А. Шальнев и др. Однако большинство авторов при раскрытии сущности границ отдают предпочтение их линейным разделительным функциям, что широко используется в методах районирования.

Разные точки зрения на понятие границы отражает подход, взятый за основу понимания сущности организации геопространства. Согласно дискретной модели организации географической оболочки, границы рассматриваются как вторичные явления по отношению к геосистемам, они разделяют качественно отличные друг от друга целостные пространственные объекты. Поскольку площадь граничной переходной зоны между ними мала, то ею можно пренебречь, приняв за условную линию. В рамках же континуального подхода границы приобретают иное, самостоятельное значение, они представляют собой пространственные площадные объекты, «контактные зоны», экотоны, сформировавшиеся в процессе взаимодействия граничащих друг с другом геосистем [1]. Как следствие, они имеют специфические признаки и характеризуются высокой внутренней неоднородностью. В связи с этим, «контактные зоны», с одной стороны, сохраняют континуальность геопространства, с другой, – подчеркивают его дискретность на глобальном и региональном уровнях [2]. «Контактные зоны» представляют собой самостоятельный, качественно новый объект географической оболочки, получивший название экотона.

Впервые на это обратили внимание биологи, назвав экотоном переходное контактное пространство между соседними фитоценозами, обладающее специфическими свойствами (повышенным биоразнообразием, обилием организмов) [3].

Экотоны имеют широкое распространение в природе биосферы и являются приграничной зоной или зоной «напряжения», которая может иметь значительную линейную протяженность [1]. На экотонных территориях формируются особые биотические сообщества и экотонные системы, обладающие особым составом, структурой, механизмами устойчивости и служат местом формирования и сохранения видового и биологического разнообразия. Экотоны отражают континуальность биогеоценотического покрова и осуществляют функцию соединения различных природных или природных и антропогенных систем, а также одновременно выполняют буферную функцию [3].

В настоящее время изучение экотонных территорий ведется в различных направлениях. Рассматриваются экотоны с точки зрения их размерности, начиная от локальных территорий до экотонов глобального масштаба [4 – 7]. Российскими и казахскими экологами и географами разрабатываются типология экотонов и различные подходы к их классификации [8]. Изучаются морские экотоны [9]. Активно ведется изучение экотонов речных пойм и дельт, исследования проблем биологического и ботанического

разнообразия на экотонных территориях, мировой сети водно-наземных экотонов и их роли в процессах, происходящих в биосфере, в том числе ее глобальных изменениях, изучаются экотоны горных стран [3, 7, 10 – 14].

В географию термин «экотон» впервые вводит В. Б. Сочава, характеризуя его как «переходную полосу между двумя регионами или двумя выделами геомеров» [15, с. 300]. В учение о горных ландшафтах понятие «переходный высотный пояс» упоминает В. А. Шальнев. В дальнейшем понятие дополняется словом «экотон» (переходный высотный пояс экотона) [2, 12].

Десятилетний опыт полевых исследований в пределах среднегорий и высокогорий Западного Кавказа позволяет проследить механизмы проявления экотонного эффекта. Как правило, в горах выделяют ленточные экотоны, вытянутые в виде широкой полосы, в пределах которой сказывается влияние двух соседних регионов [4]. Они представлены переходными геоботаническими поясами на контрастных рубежах низко- и среднегорий, средне- и высокогорий.

Среди ленточных экотонов в горах в качестве примера можно привести следующие высотные группы: долинный смешанных лесов и лугов для среднегорий; верхней границы леса и высокогорных лугов; субнижальный [12].

Наибольший интерес для изучения представляет экотон на границе средне- и высокогорий. Уникальность данной переходной территории состоит в сочетании двух типов сообществ – лесных и безлесых, учитывая особенности мезоформ рельефа, здесь формируются неповторимые «контактные формации» [1]. Актуальным является вопрос принадлежности самого экотона к среднегорному лесному или же к высокогорному луговому поясам. Отношение экотона к высотным поясам должно определяться по преобладающему в нем типу растительности. Если на территории экотона более 50 % растительных сообществ представлено лесными формациями (редко- и криволесьями), то его следует относить к горнолесному поясу, если же более 50 % – безлесые сообщества (луговые ассоциации, кустарниковые стланики), то к субальпийскому.

В пределах северного склона Западного Кавказа сомкнутый лес не формируется выше 1900...2100 м над уровнем моря. Выше (до 2300...2350 м над уровнем моря) распространен переходный геоботанический пояс верхней границы леса, сочетающий в себе морфологические единицы соседних ландшафтов доминантного лесного геоботанического пояса в виде сосновых и пихтово-сосновых редколесий и березовых криволесий, с одной стороны, и доминантного субальпийского в виде луговых ассоциаций и кустарниковых стлаников, – с другой. Экотонный эффект происходит за счет перекрытия экологических амплитуд лесных и луговых видов в результате развития адаптивных биоэкологических свойств растений и подбора взаимоблагоприятствующих видов, а также за счет опушечных видов, произрастающих только в экотонной полосе [13]. Здесь под влиянием изменения с высотой гидротермических условий формируется экотон *ленточного типа*. Он представляет собой переходный геоботанический пояс между доминантными геоботаническими поясами хвойных лесов и субальпийских лугов и является границей средне- и высокогорных ландшафтов.

Обилие мезоформ рельефа, влияющих на разнообразие полей тепловлагооборота, в пределах ленточного экотона верхней границы леса формирует различные *виды контурных экотон*ов: хребтовый, склоновой, цирковый и долинный, каждый из них характеризуется своими особенностями [12].

В пределах северного склона Западного Кавказа выделены все представленные виды контурных экотонов. Рассмотрим для примера хребтовый контурный экотон хребта Малая Хатипара. В орографическом отношении хребет Малая Хатипара является северным отрогом Бокового хребта и образует в пределах Тебердинского заповедника часть левого склона долины реки Теберды. Преобладающими формами рельефа здесь являются крутые склоны вторичных долин и балок, сложенные коллювием, конусы выноса, ледниковые формы (цирки, кары, морены). Ключевой участок исследования располагался на границе Тебердинского среднегорного и Хатипарского высокогорного ландшафтов.

Колебания высот в пределах хребта определили выделение высотных геоботанических поясов. До 1950...2200 м над уровнем моря распространен доминантный геоботанический пояс хвойных (пихтово-сосновых) лесов на бурых лесных почвах. Выше 2200 м над уровнем моря, на границе средне- и высокогорий развивается переходный геоботанический пояс – экотон верхней границы леса. В пределах данного экотона распространены сосновые и пихтово-сосновые редколесья на грубоскелетных бурых лесных почвах, березовые криволесья на горно-кустарниковых почвах и луговые ассоциации на горно-луговых почвах. На высоте 2400...2500 м над уровнем моря формируется доминантный геоботанический пояс субальпийских лугов на горно-луговых почвах.

В хребтовом экотоне Малой Хатипары представлены беспозвоночные лесных и луговых ассоциаций при доминировании часто встречающихся и обильных видов. Внутри ландшафтная дифференциация беспозвоночных в пределах хребтового экотона связана с протяженностью растительных ассоциаций по абсолютной высоте, что позволило отметить 50 видов-доминантов и 1047 экземпляров беспозвоночных (рис. 1, табл. 1). На рисунке 1 по оси ординат отмечено процентное соотношение видов, а по оси абсцисс отложены доминантные виды насекомых травяного покрова.

В экотоне верхней границы леса отличается соотношение отрядов. При этом во всех поясах доминирует отряд *Coleoptera* (более 50 %). На территории экотона и в субальпийском геоботанических поясах основную роль составляет отряд *Orthoptera* (12,8 и 17,5 % соответственно), а в лесном поясе представители этого отряда отсутствуют. В пределах экотона верхней границы леса происходит значительное увеличение таксономического разнообразия по сравнению с доминантным лесным и незначительное по сравнению с субальпийским геоботаническими поясами.

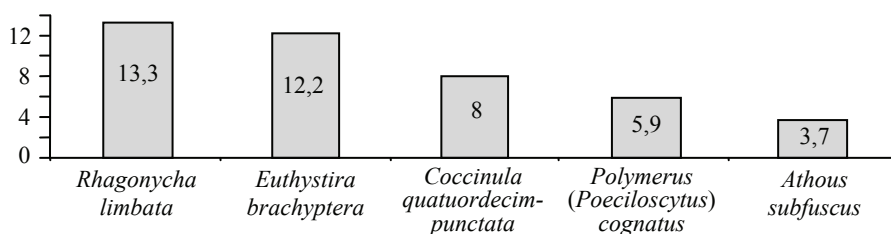


Рис. 1. Особенности доминантного состава насекомых травяного покрова хребтового экотона Малой Хатипары

Таблица 1

**Количественные характеристики беспозвоночных
хребтового экотона Малой Хатипары**

Геоботанические пояса	Число особей	Общая биомасса, кг/га	Основные виды, представленные на пробных площадках	Степень обилия (число видов)
Доминантный лесной геоботанический пояс хвойных лесов	90 особей (2 отряда, 6 семейств, 6 родов, 6 видов)	0,40	<i>Polymerus (Poeciloscytus) cognatus</i> – 38,9 %, <i>Apion vicial</i> – 22,2 %, <i>Cantharis fusca</i> – 14,4 %	4 редких вида
Экотон верхней границы леса	834 особи (4 отряда, 20 семейств, 29 родов, 35 видов)	41,29	<i>Rhagoxycha limbata</i> – 13,3 %, <i>Apion vicial</i> – 12,2 %, <i>Coccinula quatuordecimpunctata</i> – 8,0 %, <i>Polymerus (Poeciloscytus) cognatus</i> – 5,9 %, <i>Athous subfuscus</i> – 3,7 %, <i>Dolycoris baccarum</i> – 1,7 %	23 редких вида
Доминантный геоботанический пояс субальпийских лугов	123 особи (4 отряда, 10 семейств, 18 родов, 17 видов)	13,26	<i>Euthystira brachyptera</i> – 12,2 %; <i>Otiiorhynchus tatarchani</i> – 12,1 %, <i>Coccinula quatuordecimpunctata</i> – 9,9 %, <i>Cercopis sanguinea</i> – 8,0 %	11 обычных видов

Для экотона верхней границы леса характерны максимальные значения таксонов беспозвоночных (4 отряда, 20 семейств, 29 родов, 35 видов). Наименьшие таксономические значения отмечены в доминантном лесном геоботаническом поясе (2 отряда, 6 семейств, 6 родов и 6 видов). Таким образом, с увеличением абсолютной высоты происходит постепенное снижение доли лесных и увеличение субальпийских луговых видов фитоценозов, что свидетельствует об уменьшении влияния доминантного лесного пояса и возрастания роли субальпийского на формирование состава беспозвоночных. На основании наибольшего числа видов на пробных площадках, заложенных в трех геоботанических поясах (*Apion vicial*, *Rhagoxycha limbata*, *Coccinula quatuordecimpunctata*, *Polymerus (Poeciloscytus) cognatus*, *Athous subfuscus*, *Dolycoris baccarum* и др.), выявлено высокое видовое разнообразие в экотоне, что объясняется совместным произрастанием представителей соседних доминантных лесного и субальпийского геоботанических поясов. Кроме того, экотон верхней границы леса представлен доминированием редких, обычных и массовых видов. Доминантный лесной геоботанический пояс представлен полным отсутствием массовых и незначительным присутствием редких и обычных видов. Величина биомассы беспозвоночных в переходном геоботаническом поясе максимальна и составляет 41,29 кг/га, в лесном поясе ее показатели наименьшие – 0,4 кг/га. В связи с этим, экотон имеет специфическую структуру и служит местом формирования и сохранения видового и биологического разнообразия. Особенности фауны беспозвоночных являются их продуктивность и устойчивость, несмотря на то что экотон верхней границы леса наиболее быстро реагирует на антропогенные изменения.

Список литературы

1. Одум, Ю. Основы экологии : пер. с англ. / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 740 с.
2. Шальнев, В. А. Ландшафты Северного Кавказа: эволюция и современность / В. А. Шальнев. – Ставрополь : Изд-во Ставропол. гос. ун-та, 2004. – 165 с.
3. Экотоны в биосфере / под ред. В. С. Залетаева. – М. : РАСХН, 1997. – 329 с.
4. Коломыц, Э. Г. Ландшафтная организация зонального географического пространства и его границ / Э. Г. Коломыц // Изв. РАН. Сер. Геогр. – 1996. – № 2. – С. 39 – 57.
5. Николаев, В. А. Предгорья Алтая – региональный ландшафтный экотон / В. А. Николаев // Вестн. Моск. университета. Сер. 5. География. – 1994. – № 2. – С. 20 – 24.
6. Макунина, Г. С. Экотоны в ландшафтной структуре поверхности суши / Г. С. Макунина // Вестн. Моск. университета. Сер. 5. География. – 1999. – № 6. – С. 16 – 20.
7. Залетаев, В. С. Экотонные экосистемы как географическое явление и проблемы экотонизации биосферы / В. С. Залетаев // Современ. проблемы географии экосистем : тез. докл. всесоюз. совещ. / АН СССР, Ин-т географии [и др.]. – М., 1984. – С. 53.
8. Мирзодинов, Р. А. Современное представление об экотонах и их роль в изучении пустынь / Р. А. Мирзодинов // Проблемы освоения пустынь. – 1988. – № 3. – С. 3 – 11.
9. Зайцев, Ю. П. Маргинальные экотоны в мониторинге океана / Ю. П. Зайцев // Комплексный глобальный мониторинг состояния биосферы. – Л., 1986. – С. 33 – 44.
10. Новикова, Н. М. Влияние антропогенного изменения речного стока на экосистемы современных дельтовых равнин аридных районов / Н. М. Новикова // Проблемы освоения пустынь. – 1983. – № 4. – С. 18 – 24.
11. Акатов, В. В. Островной эффект как фактор формирования высокогорных фитоценозов Западного Кавказа / В. В. Акатов. – Майкоп: Изд-во МГТИ, 1999. – 114 с.
12. Нефедова, М. В. Особенности растительности горного экотона верхней границы леса (на примере среднегорных и высокогорных ландшафтов Западного Кавказа) / М. В. Нефедова, В. А. Шальнев. – Ставрополь : Изд-во Ставропол. гос. ун-та, 2009. – 188 с.
13. Белоновская, Е. А. Структура экотона верхней границы леса на Северном Кавказе / Е. А. Белоновская // Биота экосистем Большого Кавказа. – М., 1990. – С. 6 – 40.
14. Конева, В. В. Ландшафтно-экологические особенности фауны беспозвоночных экотона верхней границы леса Западного Кавказа : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.23 / Конева Виктория Викторовна. – Ставрополь, 2010. – 200 с.
15. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1978. – 319 с.

References

1. Odum E.P., Barrett G.W. *Fundamentals of ecology*, Belmont, California: Thomson Brooks/Cole, 2005, 598 p.
2. Shal'nev V.A. *Landshafiy Severnogo Kavkaza: evolyutsiya i sovremennost'* (Landscapes of the North Caucasus: evolution and modernity), Stavropol': Izdatel'stvo Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2004, 165 p.
3. Zaletaev V.S. (Ed.) *Ekotony v biosfere* (Ecotones in the biosphere), Moscow, 1997, 329 p.

4. Kolomyts E.G. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya Geograficheskaya*, 1996, no. 2, pp. 39-57.
 5. Nikolaev V.A. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Geografia*, 1994, no. 2, pp. 20-24.
 6. Makunin G.S. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Geografia*, 1999, no. 6, pp. 16-20.
 7. Zaletayev V.S. *Sovremennye problemy geografii ekomistem* (Modern problems of geography of ecosystems), Abstracts of Papers, Moscow, 1984, p. 53.
 8. Mirzadinov R. A. *Problem of Deserts Development*, 1988, no. 3, pp. 3-11.
 9. Zaytsev Yu.P. *Kompleksnyi global'nyi monitoring sostoyaniya biosfery* (Complex global monitoring of a condition of the biosphere), Proceedings of the III International Symposium, USSR, Tashkent, 14-19 October 1985, Leningrad, 1986, pp. 33-44.
 10. Novikova N.M. *Problem of Deserts Development*, 1983, no. 4, pp. 18-24.
 11. Akatov V.V. *Ostrovnoi effekt kak faktor formirovaniya vysokogornykh fitotsenozov Zapadnogo Kavkaza* (Island effect as factor of formation mountainous fitotsenozov Western Caucasus), Maikop: MGTI publishing house, 1999, 114 p.
 12. Nefedova M.V., Shal'nev V.A. *Osobennosti rastitel'nosti gornogo ekotona verkhnei granitsy lesa (na primere srednegornykh i vysokogornykh landshaftov Zapadnogo Kavkaza)* (Features mountain vegetation ecotone to the timber (for example, middle and high landscapes of the Western Caucasus)), Stavropol': Izdatel'stvo Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, 188 p.
 13. Belonovskaya E.A. *Biota ekosistem Bol'shogo Kavkaza* (Biota ecosystems of the Greater Caucasus), Moscow, 1990, pp. 6-40.
 14. Koneva V.V. *PhD dissertation (Geography)*, Stavropol', 2010, 200 p.
 15. Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemakh* (Introduction to the study of the ecosystems), Novosibirsk: Nauka, 1978, 319 p.
-

The Concept of Ecotone and its Role in Mountain Bioecosystems

M. V. Nefedova, V. V. Melnichuk, E. A. Skripchinskaya

North Caucasian Federal University, Stavropol

Key words and phrases: borders in the nature; boundary communities; contact zones; ecotone of the upper forest; mountain ecotone; planimetric ecotone; belt ecotone.

Abstract: The paper discusses the problem of boundaries in nature, presents various approaches to understanding the history and study of the issue. The basic trends in the study of ecotone territories have been allocated. Particular attention is paid to the study of ecotones of mountain territories. The essence of the concept "mountain ecotone" has been disclosed, high-altitude groups ecotones have been characterized. These include: lowland of mixed forests and meadows for midlands, upper forest and alpine meadows, subnival. The authors discussed in detail the belt ecotone formed at the boundary of the medium- and high-altitude landscapes, i.e. the ecotone of upper forest border. The varieties of contour ecotones of the upper forest were highlighted. The results of studies of invertebrates on the territory of spinal ecotone of the upper forest border of the northern slope of the Western Caucasus have been described.

© М. В. Нефедова, В. В. Мельничук, Е. А. Скрипчинская, 2014

Статья поступила в редакцию 29.04.2014 г.