

УДК 574.474:595.789

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА БИОТОПИЧЕСКИЕ ГРУППИРОВКИ ДНЕВНЫХ БАБОЧЕК (НА ПРИМЕРЕ КАТУНСКОГО РЕКРЕАЦИОННОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ)

Малков П.Ю.

*ГОУ ВО «Горно-Алтайский государственный университет», Горно-Алтайск,
e-mail: malkovi@bk.ru*

На основе анализа результатов учетов на трансектах в лесных и луговых ландшафтах Катунского рекреационного района Республики Алтай проведена оценка характера воздействия туризма и рекреации на видовое богатство, суммарное обилие и разнообразие сообществ дневных бабочек. Показано, что изменения интегральных показателей их биотопических группировок в зонах рекреационного воздействия определяются перестройками видового состава, процессами локального снижения численности и миграционного перераспределения. Концентрация значительного количества людей в естественных ландшафтах сопровождается спектром негативных явлений, напрямую или опосредованно приводящих к изменению структуры сообществ дневных бабочек. Характер реакции зависит от специфики ландшафта, интенсивности рекреационного природопользования, а также от степени антропополютерантности, способности противостоять воздействию и возвращаться в исходное состояние.

Ключевые слова: дневные бабочки, булавоусые чешуекрылые, рекреация

INFLUENCE OF RECREATIONAL LAND USE ON BIOTOPICAL GROUPINGS OF BUTTERFLIES (BASED ON THE EXAMPLE OF THE KATUN RECREATION DISTRICT OF THE ALTAI REPUBLIC)

Malkov P.Yu.

Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, e-mail: malkovi@bk.ru

The assessment of tourism and recreation impact on species richness, total abundance, and diversity of butterflies communities has been carried out based on analysis of census data obtained from transects in forest and meadow landscapes of the Katun recreation district in the Altai Republic. It is shown that changes of integrated indicators of their biotopical groupings in the zones of recreational impact are determined by reorganizations of their species composition, processes of local decline in their quantity, and their migratory redistribution. Concentration of a significant number of people in natural landscapes is accompanied by the spectrum of negative phenomena directly or indirectly changing the structure of diurnal butterflies communities. The reaction depends on the specific nature of the landscape, the intensity of recreational land use, and the degree of anthropotolerance, i.e. the ability to resist the influence and to return to the original state.

Keywords: butterflies, Hesperioidea, Papilionoidea, recreation

Наличие мощного природного потенциала характеризует Алтай как один из значимых центров туристско-рекреационной индустрии в Сибири [7]. Наряду с положительными моментами, в той или иной степени сопряженными с развитием рекреации, в частности повышением уровня занятости населения, улучшением транспортной и информационной сети существует опасность усиления негативных тенденций, реальность которых обсуждается всё чаще [2]. Интенсивные нагрузки вкупе с низкой культурой природопользования большинства отдыхающих приводят к захлапленню популярных туристических объектов бытовым мусором, изменению структуры растительного покрова [6]. Проявляются качественные и количественные изменения в структуре почв [4], снижается аттрактивная ценность пейзажей [3]. В целом это

свидетельствует о процессах деградации ландшафтов на участках, испытывающих высокую рекреационную нагрузку.

Несмотря на неплохую проработку общих вопросов воздействия рекреации и туризма на природу Алтая некоторые аспекты этого явления до сих пор остаются практически неизученными. В частности ощущается недостаток специальных исследований, направленных на оценку характера происходящих изменений в сообществах различных групп животных. Последние занимают верхние и средние уровни пищевых цепочек и, следовательно, аккумулируют некоторые трудноразложимые загрязняющие вещества, а также обладают в той или иной мере развитыми поведенческими реакциями, что позволяет их рассматривать в качестве удобных объектов для выявления степени девиации ландшафтов. В качестве

модельного объекта в представленном исследовании выступают сообщества дневных бабочек (булавоусых чешуекрылых). Их индикаторная ценность для оценки общего состояния биоценозов подтверждена масштабными исследованиями в Европе [14]. Особое значение в рекреационных ландшафтах приобретает эстетическая роль бабочек как подлинных украшений природы.

Материалы и методы исследования

Характер влияния туристско-рекреационной деятельности на состояние населения дневных чешуекрылых изучали на примере четырех низкогорных ландшафтов Катунского рекреационного района Алтая, выделенного по комплексу природно-экономических характеристик [12]. Население булавоусых чешуекрылых в каждом из ландшафтов оценивали в двух вариантах – с высоким и относительно низким уровнем антропогенного воздействия.

Сосново-березовые леса низкогорной части долины реки Катунь представляют собой одно из любимых мест отдыха туристов на Алтае. Места неорганизованного и частично организованного отдыха сконцентрированы по побережью. На участках, удаленных от Катунь или труднодоступных для автотранспорта, уровень туристско-рекреационного воздействия резко снижается.

Исследованные луговые биотопы долины Катунь мозаично перемежаются с сосново-березовыми участками. Уровень туристско-рекреационного воздействия на этот ландшафт в целом совпадает с предшествующим. Удаленные от Катунь луговые участки, кроме того, испытывают умеренный прессинг как пастбища или покосы.

Суходольные луговые биотопы обследованы в окрестностях города Горно-Алтайска. Участок с высоким уровнем антропогенной нагрузки представляет собой горнолыжную трассу, склоны которой в теплое время года также привлекают отдыхающих. Наибольший уровень рекреационного влияния приходится на зимний период.

Березовые леса низкогорной части Алтая в целом малоинтересны для туристов. Измененный вариант ландшафта обследован на территории пригородного рекреационного объекта «Еланда», имеющего неплохо развитую инфраструктуру (пруд, конные маршруты, автобусная остановка и др.). Объект в основном посещают жители Горно-Алтайска.

Учеты проводили в 2016 г. до начала массового приезда туристов (конец мая – начало июня) и в разгар туристического сезона (конец июля – начало августа). Бабочек учитывали маршрутным методом на трансектах. Метод трансект, в отличие от методов учетных площадок и мечения предъясняет менее жесткие требования к типу распределения вида внутри станции [10]. На каждом из исследованных участков проходили 2-3 км. Указанная длина маршрута репрезентативна для оценки обилия отдельных видов, если они неоднократно встречаются на маршруте [13], а также для оценки суммарного обилия, так как совокупность единично встречающихся видов составляет незначительную часть общей плотности населения. Ширину трансекта определяли для каждого вида отдельно по удвоенной средней дальности об-

наружения [1]. Для вычисления обилия использовали формулу, выведенную путем элементарного арифметического преобразования:

$$x_i = \frac{5n_i}{k_i L},$$

где x_i – обилие i вида на 1 га, n_i – число зарегистрированных особей i вида, k_i – средняя дальность обнаружения i вида в метрах, L – длина маршрута в километрах.

Состояние населения дневных бабочек оценивалось на основе анализа числа встреченных на трансекте видов, суммарного обилия, индексов разнообразия Шеннона и Симпсона. Индексы разнообразия учитывают два компонента – видовое богатство и выравненность (эквитабельность) вклада видов в суммарное обилие, чем больше видов и выше выравненность, тем более разнообразным и структурно сложным считается сообщество. Первый из индексов более чувствителен к изменению количества видов, особенно при низком видовом богатстве, на величину второго наибольший эффект оказывает самый обильный вид [5]. Оценку статистической достоверности различия индексов разнообразия проводили с помощью ресэмплинга перестановочным (permutation) тестом [8] при 9999 рандомизациях. Все вычисления осуществляли с использованием программ Microsoft Excel и Paleontological Statistics [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Материалы количественных учетов дневных бабочек отражены в табл. 1 и 2.

Сравнение видового богатства в сообществах дневных чешуекрылых по сезонам демонстрирует внутриландшафтное увеличение числа видов в большинстве исследованных сочетаний ко второй половине лета в сравнении с весенне-раннелетним периодом (табл. 3). В общем, это ожидаемое явление, так как во второй половине июля – начале августа еще продолжается лёт имаго типично летних видов, а также уже появляется второе поколение видов, летающих в двух генерациях. Более важным в рамках данного исследования представляется наличие тенденции снижения видового богатства дневных бабочек под влиянием рекреации. В значительной степени это относится к луговым биотопам, для которых в норме характерны шашечницы *Melitaea athalia*, *M. latonigena*, перламутровки *Clossiana dia*, *Cl. euphrasyne*, сенница *Coenonympha glycerion*, голубянки *Maculinea teleius* и *Plebejus argus*. Повышенная рекреационная нагрузка приводит к резкому снижению их обилия, местами локальному исчезновению.

Видовой состав населения булавоусых чешуекрылых лесных биотопов в целом обладает большей устойчивостью к рекреационным нагрузкам, что хорошо заметно по данным второй половины лета.

Таблица 1

Весенне-раннелетнее население дневных чешуекрылых
Катунского рекреационного участка в 2016 году, особей/га

Вид	сосново-березовые леса		долинные луга		суходольные луга		березовые леса	
	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
<i>Aporia crataegi</i>	11	10	6	5	39	44	30	23
<i>Coenonympha hero</i>	1	2	0	4	0	1	5	4
<i>Polyommatus icarus</i>	2	2	6	2	0.5	0	0	0
<i>Araschnia levana</i>	3	2	0	0	0	0	3	2
<i>Leptidea morsei</i>	0.6	2	0	0	0	0	4	3
<i>Heteropterus morpheus</i>	0	0	0	0	0	0	4	3
<i>Neptis rivularis</i>	1	2	0	0	0	0.5	1	1
<i>Coenonympha pamphilus</i>	0	0	4	1	0	0	0	0
<i>Carterocephalus silvicolus</i>	0	2	0	0	0	0	0	3
<i>Clossiana euphrosyne</i>	0.7	0.5	0	0.8	0.1	2	0	0
<i>Pieris napi</i>	1	3	0	0	0	0	0	0
<i>Pieris rapae</i>	0	0	3	0.1	0.5	0	0	0
<i>Clossiana dia</i>	0	0	0	3	0	0.5	0	0
<i>Celastrina argiolus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Polyginia c album</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Mellicta athalia</i>	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Leptidea sinapis</i>	0	0	0.8	0.8	0	0	0	0
<i>Gonepteryx rhamni</i>	0	0	0	0.5	1	0	0	0
<i>Aglais urticae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Colias hyale</i>	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
<i>Everes argiades</i>	0	0	0.5	0	0	0	0	0

Условные обозначения: В – высокий, Н – низкий уровень туристско-рекреационного воздействия.

Кроме того, по причине снижения густоты древесно-кустарникового подроста, увеличения элементов мозаичности, главным образом тропинок, грунтовых дорог и мелкотравных полей, в лесные рекреационные участки проникают некоторые луговые виды (*Minois dryas*, *Hyponephele lycan*, *Coenonympha pamphilus*). Однако и в этом случае выявлены виды бабочек, не обнаруженные на участках рекреации, но обычные и даже многочисленные на контрольных. К таковым в частности принадлежит перламутровка *Argynnis sagana*, занесенная в Красную книгу Республики Алтай, а также *Carterocephalus silvicolus*, *Polygonia c-album*, *Erebia ligea*, *Celastrina argiolus*.

Внутриландшафтные отличия контрольных и рекреационных участков по суммарной плотности населения дневных бабочек в самом общем виде подчиняются той же закономерности, что и видовое богатство. В весенне-раннелетний период совпадения с трендом выявлены в березово-сосновых лесах и горных лугах, а во второй половине лета, кроме того, в березовых лесах. Однако имеются и существенные отклонения. В частности, суммарная плотность со-

обществ булавоусых чешуекрылых в лугах долины Катуня фактически не зависит от уровня туристско-рекреационной нагрузки, причем как до начала массового туристического сезона, так и в его пик, а в березовых лесах в весенне-раннелетний период даже немного больше на рекреационном участке. Отклонение обусловлено биологическими особенностями преобладающих по численности видов. В весенне-раннелетний период в качестве такого вида выступает боярышница *Aporia crataegi*, у которой в год исследования проявился общий подъем численности. Будучи на стадии гусеницы видом, трофически связанным с древесными розоцветными, имаго боярышницы совершают миграции в поисках половых партнеров, белкового и солевого питания. В результате их миграционная активность оказывает выравнивающий эффект на неоднородность распределения суммарной плотности дневных бабочек. Во второй половине лета похожая ситуация складывается в лугах долины Катуня, где по численности преобладает бархатница *Minois dryas*, гусеницы которой в таких условиях, по-видимому, способны выдерживать рекреационный прессинг.

Таблица 2

Население дневных чешуекрылых Катунского рекреационного участка во второй половине лета 2016 года, особей/га

Вид	сосново-березовые леса		долинные луга		суходольные луга		березовые леса	
	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
Minois dryas	14	5	67	45	1	38	0	0
Argynnis paphia	2	11	1	0.2	1	6	11	29
Pieris rapae	0.2	3	3	16	0	1	2	3
Argynnis sagana	0	0	0	0	0	0	0	14
Polyommatus icarus	0.5	0	0.5	5	1	1	0	0
Neptis rivularis	0.5	0	3	0.6	1	1	0	0
Coenonympha glycerion	0	0	0	0	0	1	0	5
Pieris napi	0.5	0.7	0	0.2	0	0	0.3	4
Araschnia levana	0	4	0	0	0	0	0.7	0
Coenonympha pamphilus	0.2	0	0	3	1	0	0	0
Plebeius argus	0	0	0	1	0	3	0	0
Colias hyale	0	0	0.2	3	0	0	0.3	0
Argynnis aglaja	0	0	0	0.3	0	0	2	1
Meliciae latonigena	0	0	0.2	1	0	2	0	0
Нупонепхеле lycaon	0	0	0	0	2	1	0.2	0
Erebia ligea	0	0	0	0	0	0	0	3
Maculinea teleius	0	0	0	0	0	3	0	0
Thymelicus lineola	0	0	1	0.6	0	0.8	0	0
Everes argiades	0	2	0	0	0	0	0	0
Leptidea amurensis	0.2	0	0.8	0	0	0.8	0	0
Pontia daplidice	0	0	0	0	0.8	1	0	0
Argynnis adippe	0	0	1	0.5	0	0	0	0
Melitaea athalia	0	0	0	1	0	0.5	0	0
Leptidea sinapis	0	0	0	0	0	1	0	0
Gonepteryx rhamni	0	0.9	0	0	0	0	0	0
Leptidea morsei	0.5	0	0	0	0	0	0	0
Aglais urticae	0	0	0	0.5	0	0	0	0
Inachis io	0	0	0.4	0	0	0	0	0

Таблица 3

Интегральные показатели населения дневных чешуекрылых Катунского рекреационного участка

Показатель	сосново-березовые леса		долинные луга		суходольные луга		березовые леса	
	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
конец мая – начало июня								
Видовое богатство	8	10	7	12	5	5	6	8
Суммарное обилие	19	27	19	18	40	47	47	42
Индекс Симпсона	0.67	0.82	0.77	0.86	0.10	0.16	0.56	0.67
Индекс Шеннона	1.51	2.02	1.62***	2.14	0.26	0.39	1.20	1.54
конец июля – начало августа								
Видовое богатство	9	7	11	15	7	15	7	7
Суммарное обилие	16	25	76	75	7	59	15	59
Индекс Симпсона	0.42***	0.75	0.26***	0.62	0.84	0.60	0.52*	0.68
Индекс Шеннона	0.99***	1.62	0.69***	1.43	1.90	1.56	1.12	1.45

Условные обозначения: * – статистически достоверное различие $P < 0.05$, *** – $P < 0.01$.

Что бы получить интегральную оценку характера изменений в населении дневных бабочек, проведен анализ видового разнообразия. Группировки булавоусых чешуекрылых в биотопах, испытывающих туристско-рекреационное воздействие, в семи исследованных случаях из восьми имеют более низкие показатели индексов разнообразия в сравнении с контролем. Статистическая достоверность отличий чаще проявляется во второй половине июля – начале августа, что совпадает с более высоким сезонным уровнем рекреационного влияния. Отклонение от общей тенденции характерно только для населения дневных бабочек суходольных лугов, где в измененном варианте наблюдается очень высокий уровень выравниваемости обилий при небольшом видовом богатстве и суммарной плотности. Вероятнее всего это обусловлено примерно равной пессимальностью условий для обитания всех образующих сообщество видов, так как существующие меры разнообразия не позволяют различать «экстремальную» выравниваемость и сбалансированную, свойственную полноценным сообществам [9].

Заключение

Суммируя вышеизложенное можно отметить, что население булавоусых чешуекрылых реагирует на рекреационное воздействие качественными и количественными изменениями в видовом составе и структуре. Концентрация значительного количества людей в естественном ландшафте неизбежно сопровождается целым спектром негативных явлений, таких как вытаптывание растительного покрова, изреживание древесно-кустарникового яруса, сбор декоративных дикоросов, фактор беспокойства и очаговые палы, что напрямую или опосредованно приводит к общему обеднению сообществ дневных бабочек. Ответная реакция сообществ зависит от интенсивности рекреационного воздействия, специфики ландшафта, а также от степени антропоустойчивости, способности противостоять этому воздействию и возвращаться в исходное состояние.

Исследование выполнено при поддержке грантом РФФИ №16-45-040158 p_a.

Список литературы

1. Малков Ю.П. К методике учета булавоусых чешуекрылых // Животный мир Алтае-Саянской горной страны. – Горно-Алтайск, 1994. – С. 33–36.
2. Минаев А.И. Некоторые проблемы развития туризма на Алтае // Материалы международной конференции «Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее». – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010. – С. 368–370.
3. Отчет по научно-исследовательскому проекту «Изучение изменений природных ландшафтов на рекреационных участках Республики Алтай». – Горно-Алтайск: Фонды АРИ «Экология», 2012. – 25 с.
4. Павлова К.С., Робертус Ю.В., Кивацкая А.В. Характер изменения свойств и состава почв рекреационных территорий (на примере Катунского района Республики Алтай) // Мир науки, культуры и образования. – 2013. – Вып. 38. – № 1. – С. 338–342.
5. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
6. Робертус Ю.В., Павлова К.С. Основные проблемы рекреационного природопользования в Республике Алтай и пути их решения // Материалы международной конференции «Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее». – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2013. – С. 381–385.
7. Соболева Н.П. Комплексная оценка природных и социально-экономических условий Республики Алтай для целей геотуризма // География и природные ресурсы. – 2006. – № 2. – С. 131–136.
8. Шитиков В.К. Использование рандомизации и бутстрапа при обработке результатов экологических наблюдений // Принципы экологии. – 2012. – Т. 1, № 1. – С. 4–24.
9. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова). – Тольятти, 2005. – С. 91–129.
10. Gall L.F. Measuring the Size of Lepidopteran Populations // Journal of Research on the Lepidoptera. – 1985. – Vol. 2. – № 24. – P. 97–116.
11. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. – 2001. – № 4. – 9 p. <http://folk.uio.no/ohammer/past/Past3.zip>.
12. Sukhova M.G., Zhuravleva O.V., Kocheeva N.A., Minayev A.I., Karanin A.V., Bolbukh T.V., Nikolchenko Yu.N., Bakulin A.A., Roldugin V.V. The Natural climatic conditions for the economic activity in mountain areas (in the case of the Altai Republic) // Life Science Journal. – 2014. – № 11. – P. 664–668.
13. Thomas J.A. A Quick Method for Estimating Butterfly Numbers During Surveys // Biological Conservation. – 1983. – № 27. – P. 195–211.
14. Van Swaay Ch., Warren M., Gregoire L. Biotopes use and trends of European butterflies // Journal of Insect Conservation. – 2006. – № 10. – P. 189–209.