

УДК 504.062:379.8 (571.66)

А. В. ЗАВАДСКАЯ*, Е. И. ГОЛУБЕВА**

*Кроноцкий государственный заповедник, г. Елизово

**Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ КАМЧАТКИ КАК ОБЪЕКТЫ РЕКРЕАЦИИ И ТУРИЗМА

Показаны особенности природных комплексов гидротермальных систем, дана классификация видов рекреационных воздействий. На основе результатов детальных эколого-географических исследований в долине р. Гейзерной (Кроноцкий государственный заповедник, Камчатка) проведена дифференциация термальных природно-территориальных комплексов (ранга фаций) по степени их рекреационной устойчивости, предложена оптимальная пространственная структура многолетнего рекреационного мониторинга.

Ключевые слова: *термальные экосистемы, рекреационные воздействия, рекреационная устойчивость природно-территориальных комплексов, Камчатка, Долина гейзеров.*

Characteristic properties of natural complexes of hydrothermal systems are outlined, and a classification of the kinds of recreational impacts is given. Results from detailed ecologo-geographical investigations in the valley of the Geizernaya river (Kronotskii State Zapovednik, Kamchatka) have been used to carry out a differentiation of the thermal natural-territorial complexes (rang of facies) according to the degree of their recreation resistance, and an optimal spatial structure of a long-term monitoring of recreational activities is suggested.

Keywords: *thermal ecosystems, recreational impacts, recreation resistance of natural-territorial complexes, Kamchatka, Valley of Geysers.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Понятие «гидротермальные системы» относится к различным проявлениям современных вулканических процессов [1, 2]. Состав и структура компонентов природно-территориальных комплексов (ПТК) гидротермальных систем обусловлены набором и сочетанием специфических вулканогенных факторов: особыми микроклиматическими условиями, газовым составом приземного слоя воздуха, специфическими геохимическим и температурным режимом почв и др. [3–5]. В настоящее время на п-ове Камчатка насчитывается 13 основных гидротермальных систем [2] и 112 групп термальных источников [6]. Среди главных природных особенностей интразональных термальных ландшафтов можно выделить следующие.

1. Рельеф большинства ландшафтов гидротермальных систем расчлененный. Кроме того, гидротермальный процесс приводит к изменениям микрорельефа термальных ПТК. Воздействие гидротерм, вызывающее растворение первичных минералов почвообразующих пород и вынос вещества, сопровождается увеличением количества пор и пустот в породах, что способствует проседанию поверхности почв и образованию отрицательных форм микрорельефа (котловин, грязевых котлов и др.) [2].

2. Почвы рассматриваемых природных комплексов, формирующиеся под воздействием двух специфических факторов — высоких температур и периодической аэриальной подсыпки тefры (рыхлые пирокластические отложения), имеют уникальный тепловой режим благодаря притоку эндогенного тепла и выделяются в самостоятельный отдел гидротермальных почв (термоземов) [2].

3. Растительный покров природных комплексов гидротермальных систем представлен так называемыми термофильными сообществами [5], видовой состав которых обладает высокой степенью эндемичности и природоохранной ценностью [3, 4, 7].

4. В ПТК гидротермальных систем из субщелочных термальных вод с гейзерным режимом отлагается гейзерит [8]. Вокруг каналов часто извергающихся гейзеров образуются гейзеритовые постройки разной конфигурации, цветовой гаммы и микроструктуры. Морфология поверхности таких гейзеритов весьма разнообразна и, как правило, уникальна для каждого гейзера [9].

5. Естественные термопроявления различного температурного режима являются местами обитания уникальных алгобактериальных сообществ и колоний синезеленых водорослей, обладающих способностью выживать в экстремальных условиях. Эти микроорганизмы и водоросли участвуют в формировании построек гейзерита [9], создают неповторимый облик каждого термопроявления, во многом обуславливая живописность термальных полей.

6. Термальные участки играют большую роль в выживании и размножении отдельных видов животных, в первую очередь млекопитающих и птиц. Велико влияние рассматриваемых ПТК и на локальное перераспределение животных в отдельные сезоны, связанное, в частности, с более ранним началом и более поздним окончанием вегетации травянистых растений в окрестностях термальных полей и созданием благоприятных условий для питания многих видов в периоды дефицита кормовой базы в других районах [10].

Объединяя в себе эстетические качества и лечебно-оздоровительные свойства, ландшафты гидротермальных систем Камчатки издавна испытывали высокие рекреационные нагрузки. Так, например, на Малкинских ключах уже в 1802 г. существовала бальнеологическая лечебница [11]. В настоящее время ПТК располагают значительной долей популярных рекреационных объектов региона (35 %), а в структуре отдыха местного населения (по результатам социологического опроса) их доля еще больше (45 %) [12].

Интенсивное рекреационное использование термальных ландшафтов ведет к трансформации территории и создает угрозу их сохранности. Разными авторами отмечается негативное влияние рекреационного природопользования на растительный покров [5, 13], почвы [12], животный мир [10], термальные экосистемы, а также критическое санитарно-гигиеническое состояние уникальных природных объектов [12, 13]. Анализ литературных материалов и результатов полевых исследований позволил нам выделить следующие специфичные для рассматриваемых экосистем последствия рекреационных воздействий:

1) деградация уникальных гидротермально измененных почв (термоземов) у наиболее зрелищных геотермальных объектов (гейзеров, источников, грязевых котлов и т. п.). Ввиду слабой изученности достаточно сложно прогнозировать поведение термоземов в случае изменения термического режима и других последствий рекреационного воздействия;

2) выпадение термофильного элемента из термальных растительных сообществ, синантропизация, угнетение, а зачастую и полное исчезновение таковых (как, например, это произошло с рядом термофильных сообществ Верхнепаратунских, Начикинских, Малых Банных и Малкинских ключей [14]), в том числе в связи с активным заселением термальных местообитаний антропофитами;

3) деградация и полное исчезновение уникальных альгобактериальных сообществ и колоний синезеленых водорослей как вследствие прямого уничтожения, так и в результате загрязнения их среды обитания;

4) деструктивное воздействие на морфоскульптуру термальных полей: уничтожение термальных полей и уникальных гейзеритовых построек (известна печальная история расхищения на сувениры гейзеритовых плащей гейзеров Сахарного и Великана во времена функционирования Всесоюзного маршрута в 1960–1970-х гг.).

Помимо трансформации под воздействием рекреационного использования, рассматриваемые ПТК деградируют в результате разведки термальных вод или застройки хозяйственными и рекреационными объектами (санаториями, базами отдыха, тепличными сооружениями).

В настоящее время более 70 % термальных источников Камчатки затронуты антропогенным воздействием различной степени интенсивности [12, 14]. Наиболее активно деградируют ПТК гидротермальных систем, которые используются в качестве «диких курортов», или расположенные в непосредственной близости к основной транспортной магистрали и населенным пунктам региона (экосистемы Малкинских, Верхнепаратунских, Дачных, Пущинских источников).

Высокая уязвимость ПТК гидротермальных систем Камчатки и их отдельных компонентов отмечается практически всеми исследователями. В то же время существующие меры охраны этих уникальных и редких экосистем недостаточны, что видно по тенденциям изменения их состояния. Несмотря на формально закрепленный за многими объектами статус ООПТ (около 80 % ПТК гидротермальных систем расположены в пределах ООПТ различных категорий и статуса [15]), рассматриваемые ПТК в условиях отсутствия грамотного планирования и регулирования уровня их рекреационного использования, а также ввиду чрезвычайно высокой уязвимости компонентов термальных экосистем подвергаются активной трансформации под воздействием рекреационных нагрузок [12, 15].

Без выявления закономерностей, определяющих устойчивость геосистем к антропогенным (в том числе рекреационным) воздействиям, эффективное управление и проектирование оптимальной территориальной структуры рекреационного природопользования, а также обеспечение сохранности термальных ландшафтов видится весьма проблематичным. Учитывая уникальность и всемирную значимость большинства рассматриваемых экосистем, необходимо с особым вниманием отнестись к обеспечению их функционирования в условиях рекреационных воздействий.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В основе выявления экологических ограничений развития рекреационного природопользования лежит оценка устойчивости экосистем к рекреационным воздействиям [16]. В качестве модельного объекта для изучения рекреационной устойчивости ПТК гидротермальных систем выбрана территория знаменитой Долины гейзеров, предоставляющая возможности для исследования как нарушенных в результате рекреационных воздействий, так и эталонных (условно ненарушенных) термальных геосистем. Открытая 70 лет назад долина является одним из пяти районов мира (Йеллоустонский парк в США, термальные поля Чили, Исландии и Новой Зеландии), в которых можно наблюдать такое редкое явление природы, как гейзеры — периодически фонтанирующие горячие источники. Ценность и значимость данного природного комплекса признаны на национальном и международном уровнях. Знаменитая долина расположена в Кроноцком государственном природном биосферном заповеднике, включенном с 1996 г. в Список объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО.

Детальные исследования по оценке устойчивости ПТК к рекреационным нагрузкам проводились на центральном участке Гейзерного термального поля (общая площадь участка около 0,15 км²), вмещающего наиболее ценные термальные ПТК и традиционно используемого для осуществления эколого-познавательных маршрутов.

Работа осуществлялась в несколько этапов: 1) проведение полевых наблюдений и получение данных о характеристиках компонентов ПТК; 2) составление тематических карт компонентов ПТК рассматриваемой территории; 3) разработка оценочных шкал и определение устойчивости компонентов ПТК к рекреационным нагрузкам; 4) сопряженный анализ и получение интегральной оценки рекреационной устойчивости ПТК; 5) выявление ведущего фактора потенциальной устойчивости ПТК гидротермальных систем. Информационной основой работ стали материалы полевых исследований, выполненных А. В. Завадской в 2010–2011 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе детальных полевых исследований создана серия крупномасштабных (1:2000) тематических карт (геоботаническая, почвенная, уклонов и др.). Для компонентов ПТК долины р. Гейзерной разработаны пятибалльные шкалы их потенциальной устойчивости к рекреационным нагрузкам (вытаптыванию и развитию линейной эрозии). В результате проведенного анализа составлена пятибалльная шкала оценки устойчивости компонентов ПТК долины р. Гейзерной к рекреационным нагрузкам (см. таблицу).

Интегральная рекреационная устойчивость ПТК определена путем сопряженного анализа полученных покомпонентных карт устойчивости в пакете ArcGIS на основе сеточной модели с ячейкой размером 2 × 2 м [17]. Устойчивость оценена в относительных единицах (за единицу принята наибольшая устойчивость ландшафтов изучаемой территории).

Сравнение полученной карты устойчивости с картой термальных полей долины р. Гейзерной [18, 19] показало, что в распределении ПТК гидротермальных систем разной устойчивости наблюдается зависимость от температурных условий и по этим параметрам они дифференцируются на пять групп (см. рисунок).

Максимальной устойчивостью обладают зонально-поясные ПТК, приуроченные к участкам с фоновыми температурами (23 % площади исследуемого района). Высокая устойчивость характерна для ПТК, близких по структуре растительного покрова к зонально-поясным, на слоисто-пепловых гидротермально измененных почвах с температурами 20–30 °С (30 %). Средней устойчивостью характеризуются ПТК с измененными зональными и термофильными сообществами (в том числе с редкими видами — *Ophioglossum thermale*, *Bidens kamtschatica*, *Lycopus uniflorus*, *Spiranthes sinensis* и др.) на гидротермальных почвах с температурами 30–45 °С (11 %). Природно-территориальные комплексы, расположенные в температурном диапазоне 45–70 °С, в состав сообществ которых входят облигатные термофилы, внесенные в Красную книгу Камчатки (*Agrostis geminata*, неозндем полуострова *Fimbristylis ochotensis* и др.), обладают слабой рекреационной устойчивостью (20 %). Наименее устойчивы к рекреационным нагрузкам уникальные ПТК на высокотемпературном (70–95 °С) субстрате, с примитивным почвенным и растительным покровом или вмещающие моховые сообщества — группировки *Agrostis geminata* и фрагменты формации *Fimbristyleta ochotensis* (16 %).

Следует отметить, что почти половина рассмотренных ПТК, включающих местообитания редких (в том числе эндемичных и реликтовых) видов растений, обладает низкой рекреационной устойчивостью. Выявленная дифференциация рассмотренных ПТК позволяет формировать систему мероприятий по их охране в условиях рекреационного использования.

Оценка рекреационной устойчивости компонентов ПТК долины р. Геизерной

Оцениваемый показатель	Балл устойчивости				
	1 (наименее устойчивые)	2	3	4	5 (наиболее устойчивые)
<i>Растительный покров</i>					
Видовой состав: индивидуальная устойчивость доминантных видов	Моховые, лишайниковые сообщества	Сообщества с преобладанием слабоустойчивых видов	Сообщества с преобладанием среднеустойчивых видов	Сообщества с доминированием средне- и высокоустойчивых видов	Сообщества с преобладанием высокоустойчивых видов
общее количество видов	1–4	5–8	9–12	13–17	>17
Общее проективное покрытие, %	0–5	6–30	31–50	51–79	≥80
Количество и состав ярусов	1 — мохово-лишайниковый/моховой	1 — травянистый из одного подъяруса (возможно присутствие мохово-лишайникового яруса)	2–3 — травянистый из 2–3 подъярусов (возможно присутствие мохово-лишайникового яруса)	2–3 — травянистый из двух подъярусов с присутствием отдельных кустарников/кустарничков (возможно присутствие мохово-лишайникового яруса)	Более 3 — древесный, кустарниковый, травянистый из нескольких подъярусов (возможно присутствие мохово-лишайникового яруса)
Проективное покрытие ветоши, %	0	0–30	31–50	51–80	>80
Площадь растительной группировки, м ²	<15	15,1–50	50,1–200	200,1–500	>500
<i>Почвы</i>					
Гранулометрический состав	Глины	Тяжелые суглинки	Средние суглинки	Легкие суглинки	Пески
Уплотненность, усл. ед.	<3	3–5	6–8	9–11	>11
Влагопроводность, см/с	<0,03	0,03–0,05	0,06–0,07	0,08–0,09	>0,1
Мощность корнеобитаемого слоя, см	0–2	3–4	5–6	7–8	>9
Уклон, град.	>30	15–30	<i>Рельеф</i>		
Гигротоп	Мокрый	Сырой	<i>Степень увлажнения ПТК</i>		Свежий
			Сухой	Влажный	



Площадь территорий различной рекреационной устойчивости в долине р. Гейзерной, %.

Классификационная принадлежность гидротермальных почв определена по [2], аэрогенных — по [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты легли в основу разработки мер по оптимизации рекреационного природопользования в долине р. Гейзерной и позволили выделить особенности организации и управления туризмом в ПТК гидротермальных систем.

Особенности территориального планирования. Выявленная дифференциация термальных ПТК по степени устойчивости к рекреационным нагрузкам позволяет оптимизировать территориальную структуру природопользования. Так, при планировании сети экологических троп рекомендуется проведение микрозонирования территорий с выделением в зону «покоя», или абсолютной заповедности, участков с наибольшими температурами и высокой концентрацией эндемичных и реликтовых таксонов, обладающих, по результатам наших исследований, наименьшей устойчивостью к рекреационным нагрузкам. Уязвимость термальных экосистем к рекреационным воздействиям требует повышенного благоустройства маршрутов. При этом первоочередным становится поиск баланса между природоохранными целями, уровнем развития инфраструктуры и ожиданиями посетителей, обеспечивающего минимальное благоустройство, необходимое для снижения рекреационных воздействий на уязвимые ПТК, при одновременном сохранении природного облика объектов.

Особенности рекреационного мониторинга. Состав и структура мониторинговых наблюдений определяются прежде всего высокой вероятностью развития опасных и неблагоприятных природных процессов в зоне маршрута. Данная особенность реализована через включение в состав работ блока по оценке динамики склоновых процессов, осуществляемой путем наблюдения за изменением положения системы постоянных реперов на местности.

Во-вторых, высокая естественная динамичность природных комплексов определяет необходимость сплошного крупномасштабного картографирования термальных сообществ, содержащих уязвимые или редкие виды растений, для изучения естественных изменений их пространственных характеристик и вычленения из этих изменений антропогенной составляющей.

И наконец, наличие уникальных термальных объектов обуславливает необходимость наблюдения за изменением их состояния, что реализуется путем осуществления фотомониторинга морфоскульптуры термальных полей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (12–04–00272, 13–05–00870, 13–04–10037).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аверьев В. В.** Гидротермальный процесс в вулканических областях и его связь с магматической деятельностью // Современный вулканизм. — М.: Наука, 1966. — С. 118–128.
2. **Гольдфарб И. Л.** Влияние гидротермального процесса на почвообразование (на примере Камчатки): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. — 24 с.
3. **Нешатаева В. Ю., Кораблев А. П., Кузьмина Е. Ю. и др.** Растительный покров термальных местообитаний кальдеры Узон (Восточная Камчатка) // Развитие Дальнего Востока и Камчатки: Региональные проблемы: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. памяти Р. С. Моисеева. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. — С. 44–48.
4. **Рассохина Л. И.** Флора и растительность // Растительный и животный мир Долины гейзеров. — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2002. — С. 32–71.
5. **Чернягина О. А., Кириченко В. Е.** Термальные ключи Камчатки как места обитания видов растений, занесенных в «Красные Книги» России и региона // Материалы ежегодной конференции, посвященной дню вулканолога. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во Ин-та вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, 2007. — С. 247–255.
6. **Каталог** термальных источников Камчатки и Курильских островов // Гидрогеология СССР. Т. 29: Камчатка, Курильские и Командорские острова. — М.: Недра, 1972. — 364 с.
7. **Самкова Т. Ю.** Влияние гидротермального процесса на растительность: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во Ин-та вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, 2009. — 24 с.
8. **Набоко С. И.** Гейзеры Камчатки // Труды лаборатории вулканологии. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — Вып. 8. — С. 126–209.
9. **Карпов Г. А.** Гейзериты и термофильные водоросли Долины гейзеров на Камчатке // «Знать свое отечество во всех его пределах...»: Тез. XVIII Крашенинниковских чтений. — Петропавловск-Камчатский, 2001. — С. 73–76.
10. **Мосолов В. И.** Долина гейзеров и туризм: последствия и перспективы рекреационного освоения // Растительный и животный мир Долины гейзеров. — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2002. — С. 283–296.
11. **Пийп Б. И.** Термальные ключи Камчатки. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. — 268 с.
12. **Завадская А. В.** Геоэкологические аспекты развития рекреационного природопользования на особо охраняемых природных территориях Камчатского края: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. — 27 с.
13. **Борисова Н. А.** Рекреационное воздействие на районы термальных проявлений Юго-Восточной Камчатки (на основе анализа состояния растительного покрова): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та МОН РФ, 2011. — 19 с.
14. **Чернягина О. А.** Флора термальных местообитаний Камчатки // Труды Камч. ин-та экологии и природопользования ДВО РАН. — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. — Вып. 1. — С. 198–228.
15. **Голубева Е. И., Завадская А. В.** Потенциал устойчивого развития рекреационного природопользования на особо охраняемых природных территориях Камчатского края // Вестн. Нац. академии туризма. — 2012. — № 4 (24). — С. 43–47.
16. **Оценка** состояния и устойчивости экосистем / Под ред. В. А. Красиловой. — М.: ВНИИприрода, 1992. — 127 с.
17. **Завадская А. В., Яблоков В. М.** Устойчивость природных комплексов гидротермальных систем к рекреационным воздействиям (на примере долины р. Гейзерной, Кроноцкий заповедник, Камчатка) // Антропогенная трансформация природной среды. Научные чтения памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка: Материалы междунар. школы-семинара молодых ученых. — Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. ун-та, 2012. — С. 57–62.
18. **Завадская А. В., Яблоков В. М., Прозорова М. В.** Геоинформационное картографирование термальных полей по структуре растительного покрова (на примере долины р. Гейзерной) // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. — Вып. 2. — С. 103–119.
19. **Яблоков В. М., Завадская А. В.** Геоинформационное моделирование термальных полей долины р. Гейзерной (Кроноцкий заповедник, Камчатка) // ИнтерКарто/ИнтерГИС 17. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: Материалы междунар. конф. Белокурова, Денпасар, 14–19 декабря 2011 г. — Барнаул: Изд-во Ин-та вод. и экол. проблем СО РАН, 2011. — С. 333–341.
20. **Соколов И. А.** Вулканизм и почвообразование. — М.: Наука, 1973. — 224 с.

Поступила в редакцию 25 марта 2013 г.