

УДК 574.4 + 581.55 + 581.524 (571.6)

ОПЫТ ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА ВОКРУГ КРАВЦОВСКИХ ВОДОПАДОВ)

Е. Г. Сомова¹, С. В. Осипов²

¹ Объединенная дирекция национального парка «Земля леопарда» и государственного природного биосферного заповедника «Кедровая падь» 690068, Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 127

² Тихоокеанский институт географии ДВО РАН 690041, Владивосток, ул. Радио, 7

E-mail: somovaevg@gmail.com, sv-osipov@yandex.ru

Поступила в редакцию 11.08.2019 г.

Вовлечение природных территорий в туристско-рекреационную деятельность приводит к значительному увеличению рекреационной нагрузки на экосистемы, при этом антропогенное воздействие проявляется очень неравномерно. В статье изложен опыт оценки и мониторинга рекреационного воздействия на лесной массив района Кравцовских водопадов на юге Дальневосточного региона. Показано, что наиболее высокая посещаемость Кравцовских водопадов приходится на выходные осенние дни, когда у водопадов отдыхают сотни людей. Выявлено, что лесные экосистемы вокруг Кравцовских водопадов испытывают слишком большие рекреационные нагрузки. Действенным вариантом сохранения и рационального использования этой территории может быть ее включение в структуру национального парка или заповедника. Отмечено, что оценку и мониторинг рекреационного воздействия на экосистему целесообразно проводить на разных пространственных уровнях. На уровне рассматриваемой территории в целом (это может быть ландшафт, местность или урочище в естественных или произвольных границах) важнейшим инструментом является карта стадий дигрессии. Такая карта – довольно простая модель территории – служит хорошей основой для характеристики, оценки и мониторинга как состояния экосистемы, так и рекреационного воздействия на нее. Отдельного показа на этой карте заслуживает сеть троп и пикниковых полей, так как представляет собой участки максимального воздействия отдыхающих. На уровне отдельных биогеоценозов или биогеоценологических парцелл, в частности для троп и полей, целесообразно использовать эколого-ценотические трансекты (профили) для детальной фитоиндикации рекреационного воздействия. Индикаторами могут служить все растения или, например, только подрост древесных пород. Индикаторные параметры видов растений (численность, высота, жизненность, эколого-ценотические особенности, сбоеустойчивость) позволяют выделить участки разных стадий дигрессии в пределах трансекты и биогеоценоза в целом.

Ключевые слова: экосистема, биогеоценоз, парцелла, антропогенное воздействие, стадии дигрессии, картографирование, фитоиндикация, мониторинг, рекреационная экология.

DOI: 10.15372/SJFS20200102

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия происходит активное вовлечение природных территорий в туристско-рекреационную деятельность. Однако бесконтрольное посещение природных территорий часто приводит к превышению рекреационных нагрузок, что сказывается на экологическом

состоянии экосистемы и ее компонентов, вплоть до полной деградации (Меллума и др., 1982; Люкшандерль, 1987; Иванов и др., 1995; Рябина, Пономаренко, 2015 и др.). Накопленный отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о том, что негативные последствия туристско-рекреационного использования природных территорий можно свести к минимуму при

условии научно обоснованного планирования, мониторинга экологического состояния объекта и регулирования туристско-рекреационной деятельности (Калихман и др., 1999; Eagles et al., 2002; Мосолов, 2002; Тропа..., 2007; Cole and Carlson, 2010; Marion, 2016).

Обзор работ последних десятилетий в области рекреационной экологии и географии показал, что большая часть научных исследований посвящена оценке состояния растительности и почв, изменяющихся под действием интенсивного вытаптывания (Казанская, 1972; Таран, Спиридонов, 1977; Рысин, 1983; Преловский и др., 1996; Hill, Pickering, 2006; Селедец, 2011а и др.). При этом особое внимание исследователи уделяли тропам, пикниковым полянам, участкам возле смотровых площадок и объектов экскурсионного показа (Чижова и др., 1989; Leung, Marion, 2000; Калихман и др., 2005; Cole et al., 2008; Осипов, Головина, 2012 и др.). Ряд авторов отмечают, что крайне важно проводить пространственный анализ распределения рекреационного воздействия и его изменений во времени (Monz et al., 2010; Hawes et al., 2013).

Кравцовские водопады – один из самых популярных туристических объектов юга Приморского края. Несколько десятилетий эта природная достопримечательность интенсивно используется для экскурсий и пикникового отдыха. Не раз высказывались опасения, что неконтролируемый рекреационный пресс может привести к деградации территории (Лящевская, 2011; Берсенева, Христофорова, 2016), но до сих пор не проведено изучение степени дигрессии экосистем.

Цель статьи – изложить опыт оценки и мониторинга рекреационного воздействия на лесные экосистемы района Кравцовских водопадов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Район исследований – ближайшие окрестности Кравцовских водопадов, расположенных в охранной зоне национального парка «Земля леопарда» в Хасанском районе Приморского края. Каскад из пяти водопадов находится в мелкогорных отрогах Черных гор в долине руч. Кравцовский (Мир водопадов, 2005). Водопады образовались на меловых отложениях, представленных субгоризонтально лежащей толщей окварцованных мелкогалечных конгломератов, разделенных слабоустойчивыми к эрозии алеврититами коркинской свиты (Короткий, Лящевская, 2008). Чередование горных пород опреде-

лило четковидное строение долины, а наклон пластов к юго-востоку привел к ее асимметрии. Водопады имеют высоту от 3 до 5 м и расположены на отрезке долины длиной около 500 м. Водопады окружены широколиственным лесом с участием хвойных пород. Древостой образован дубом монгольским *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., ясенями маньчжурским *Fraxinus mandshurica* Rupr. и носолистным *Fraxinus rhynchophylla* Hance., кленами мелколистным *Acer mono* Maxim. и ложнозибольдовым *Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom., липами амурской *Tilia amurensis* Rupr. и маньчжурской *Tilia mandshurica* Rupr., сосной кедровой корейской *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc., пихтой цельнолистной *Abies holophylla* Maxim и др. Продолжительность теплого периода 239 дней, продолжительность летнего периода 97 дней (это значит, что по рекреационно-климатической комфортности территория относится к наиболее благоприятной на юге Дальнего Востока) (Лящевская, 2011; Архив погоды..., 2018).

Чтобы оценить рекреационную нагрузку на район Кравцовских водопадов, проведен учет их посещаемости в середине каждого сезона года в будние (в основном в среду) и выходные (в субботу) дни с 9 до 18 ч. Подсчет отдыхающих выполнен на поляне у нижнего водопада, которую не минует никто из посетителей.

При оценке воздействия посетителей на район Кравцовских водопадов использована методика Н. С. Казанской (1972), дополненная В. П. Чижовой (2011). Согласно шкале дигрессии В. П. Чижовой (2011), на I стадии дигрессии воздействие наименее выражено. На II стадии появляются первые редкие тропинки, лесная подстилка начинает разрушаться, древесного подроста много, начинают появляться более светлюбивые виды растений. На III стадии лесная подстилка на тропах полностью разрушена, наблюдается повышение видового разнообразия за счет внедрения лесолуговых, луговых и сорных видов. На IV стадии изменения затрагивают и древесный ярус, наблюдается оголение корневых систем деревьев, они ослабевают и начинают суховершинить. Количество лесных видов незначительно, лесная подстилка встречается отдельными пятнами у стволов деревьев, молодого подроста нет. В местах концентрации поверхностного стока образуются борозды размыва. На V стадии дигрессии регистрируется полное отсутствие лесной подстилки и подроста в возрасте до 5 лет, деревья имеют механические повреждения стволов, корни многих из них вы-

ступают на поверхность, на наклонных участках четко выражены формы линейной эрозии.

Отдельно проведена оценка состояния основных троп. Оценка дана каждому 20-метровому отрезку полотна тропы на основе приведенной выше шкалы дигрессии и сопровождалась GPS-съемкой. За основу взята методика, применяемая в Катунском государственном природном биосферном заповеднике (Летопись природы..., 2009).

Для оценки экологического состояния пикниковых полян использовали два типа трансект: первый – шириной 1 м и длиной 30 м для описания древесного подроста и второй – шириной 10 см и длиной 10 м для описания травяного покрова. Эти трансекты располагались на одной оси и были вложены одна в другую, пересекали поляну и заходили в естественные фоновые участки. Для каждой растительной особи отмечали положение на трансекте и высоту, для подроста также оценивали жизненность. В 2015 г. на двух полянах заложены две трансекты первого и две – второго типа, которые повторно описаны в 2016 г. Составлены картосхемы полян и профильные рисунки трансект.

Оценка сбоеустойчивости видов проведена на основе приуроченности видов к определенным стадиям дигрессии на рассматриваемой территории и в регионе в целом (Гусаченко и др., 1989; Селедец, 2000а, б, 2011а, б; Осипов, Головина, 2012). Эколого-ценотическая характеристика видов приведена в основном по работам А. Г. Крылова (1984) и В. П. Верховат (2005). Жизненность подроста оценивали по шкале Л. П. Рысина с соавт. (1988).

Картографирование выполнено с использованием космических снимков и топографических карт в программной среде QGIS. Названия видов растений приведены по изданию «Конспект флоры...» (2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по числу посетителей Кравцовских водопадов и изменению посещаемости от выходных дней к будним и от сезона к сезону с лета 2015 г. по зиму 2018 г. приведены в табл. 1.

Пик посещаемости Кравцовских водопадов приходится на осень, наиболее низкая посещаемость зимой и весной. Обращают на себя внимание существенные различия посещаемости водопадов в выходные и будние дни – от нескольких до нескольких десятков раз. Причем летом эти различия наименее значительные: в

выходные дни туристов в 4 раза больше, чем в будние. С точки зрения состояния ландшафта благоприятным моментом является то, что пик рекреационной нагрузки приходится на осень (это связано с привлекательностью отдыха в лесу «золотой» осенью, завершением купального сезона, а также со снижением активности клещей). Для растительности и биоты в целом последствия были бы более тяжелыми, если бы максимальная нагрузка приходилась на начало и середину вегетационного сезона – весну и лето. Нехарактерно низкое число посетителей 21 октября 2017 г. связано с двумя моментами: во-первых, в начале августа прошел мощный тайфун Нору и в результате паводка были перемыты и захламлены многие долины рек, в том числе у Кравцовских водопадов, во-вторых, в день наблюдений был сильный кратковременный дождь. Как обычно, в любой день с осадками число отдыхающих снижается во много раз.

В выходные осенние дни у водопадов отдыхают сотни людей. В этот период туристы занимают имеющиеся пикниковые поляны, а при их нехватке формируют новые. Они отдыхают примерно в 3 раза дольше, активно передвигаясь у водопадов и в их окрестностях. Основной поток туристов – жители ближайших городов, значительная часть отдыхающих представлена организованными группами школьников.

В рассматриваемом районе наиболее сильная V стадия рекреационной дигрессии выражена у автотрассы и четырех нижних водопадов на площади 2 га (рис. 1). IV стадия дигрессии наблюдается у верхнего водопада на площади 1 га. На III стадию дигрессии приходится 1.7 га. II стадия дигрессии представлена на площади 15 га и является фоновой для района Кравцовских водопадов.

Район Кравцовских водопадов имеет сложную дорожно-тропиночную структуру. Непосредственно к водопадам туристы добираются тремя маршрутами: тропой вдоль руч. Кравцовский и двумя лесными дорогами слева и справа от него (см. рис. 1). Тропа вдоль ручья испытывает только пешую нагрузку, в то время как лесные дороги используются и транспортными средствами. Ширина полотна тропы вдоль ручья варьирует от 0.5 до 1 м.

Плотно лесных дорог более широкое и изменяется от 1 до 4 м. Большая часть туристов предпочитает тропу вдоль ручья. Реже всего туристы выбирают дорогу справа от ручья. Большая часть основных троп находится на III (862 м) и V (828 м) стадиях дигрессии. На IV

Таблица 1. Посещаемость Кравцовских водопадов в разные сезоны года, выходные и будние дни (человек в день)

Выходной день: дата и погода	Число отдыхающих	Будний день: дата и погода	Число отдыхающих
11 июля 2015 г., суббота. Температура 27 °С, без осадков, слабый ветер (4 м/с)	128	10 июля 2015 г., пятница. Температура 27.4 °С, без осадков, легкий ветер (3 м/с)	31
17 октября 2015 г., суббота. Температура 17 °С, без осадков, легкий ветер (2 м/с)	1189	14 октября 2015 г., среда. Температура 12 °С, без осадков, слабый ветер (4 м/с)	64
6 февраля 2016 г., суббота. Температура –8 °С, без осадков, умеренный ветер (6 м/с)	40	27 января 2016 г., среда. Температура –7 °С, без осадков, тихий ветер (1 м/с)	4
23 апреля 2016 г., суббота. Температура 15 °С, без осадков, слабый ветер (5 м/с)	50	20 апреля 2016 г., среда. Температура 15 °С, без осадков, свежий ветер (9 м/с)	11
16 июля 2016 г., суббота. Температура 18 °С, без осадков, слабый ветер (5 м/с)	196	13 июля 2016 г., среда. Температура 23 °С, без осадков, легкий ветер (2 м/с)	45
22 октября 2016 г., суббота. Температура 14 °С, без осадков, умеренный ветер (6 м/с)	1203	19 октября 2016 г., среда. Температура 16 °С, без осадков, умеренный ветер (6 м/с)	74
21 января 2017 г., суббота. Температура –9,5 °С, без осадков, штиль	64	18 января 2017 г., среда. Температура –6,5 °С, без осадков, легкий ветер (2 м/с)	10
15 апреля 2017 г., суббота. Температура 25 °С, без осадков, слабый ветер (4 м/с)	127	12 апреля 2017 г., среда. Температура 5 °С, без осадков, свежий ветер (8 м/с)	2
22 июля 2017 г., суббота. Температура 26 °С, без осадков, тихий ветер (1 м/с)	153	17 июля 2017 г., понедельник. Температура 24 °С, без осадков, легкий ветер (3 м/с)	37
21 октября 2017 г., суббота. Температура 15 °С, кратковременный сильный дождь с 16.00 до 16.20, тихий ветер (1 м/с)	119	18 октября 2017 г., среда. Температура 11 °С, без осадков, легкий ветер (2 м/с)	26
3 февраля 2018 г., суббота. Температура –6.5 °С, без осадков, легкий ветер (3 м/с)	70	31 января 2018 г., среда. Температура –7 °С, без осадков, штиль	15

Примечание. Метеорологические значения приведены по данным метеостанции в с. Барабаш (Архив погоды..., 2018).

приходится 27 % длины троп (635 м), и лишь 2 % (43 м) соответствуют II стадии дигрессии. К основным тропам примыкает множество второстепенных тропинок разной стадии дигрессии.

Карта стадий дигрессии, на которой отражена ситуация для района в целом и тропиночной сети в частности (см. рис. 1), ясно показывает, насколько неравномерно распределена эта нагрузка по территории.

В районе водопадов зафиксировано 10 пикниковых полей с 25 кострищами диаметром от 50 до 250 см. Формирование прикостровых полей происходит, прежде всего, под действием таких факторов, как разведение костров и вытаптыва-

ние. Разведение костра приводит к выгоранию живого и неживого органического вещества (над- и подземных частей растений, мелких животных, органического вещества почвы и т. д.). Кроме того, кострище оказывается центром, который во многом определяет передвижение людей на прикостровой поляне и тем самым влияет на территориальное распределение вытаптывания. Вытаптывание приводит к механическим повреждениям растений и малоподвижных животных, уплотнению и деструкции почвы, в особенности верхних горизонтов – подстилки и гумусово-аккумулятивного. В результате происходит существенное изменение состава и струк-

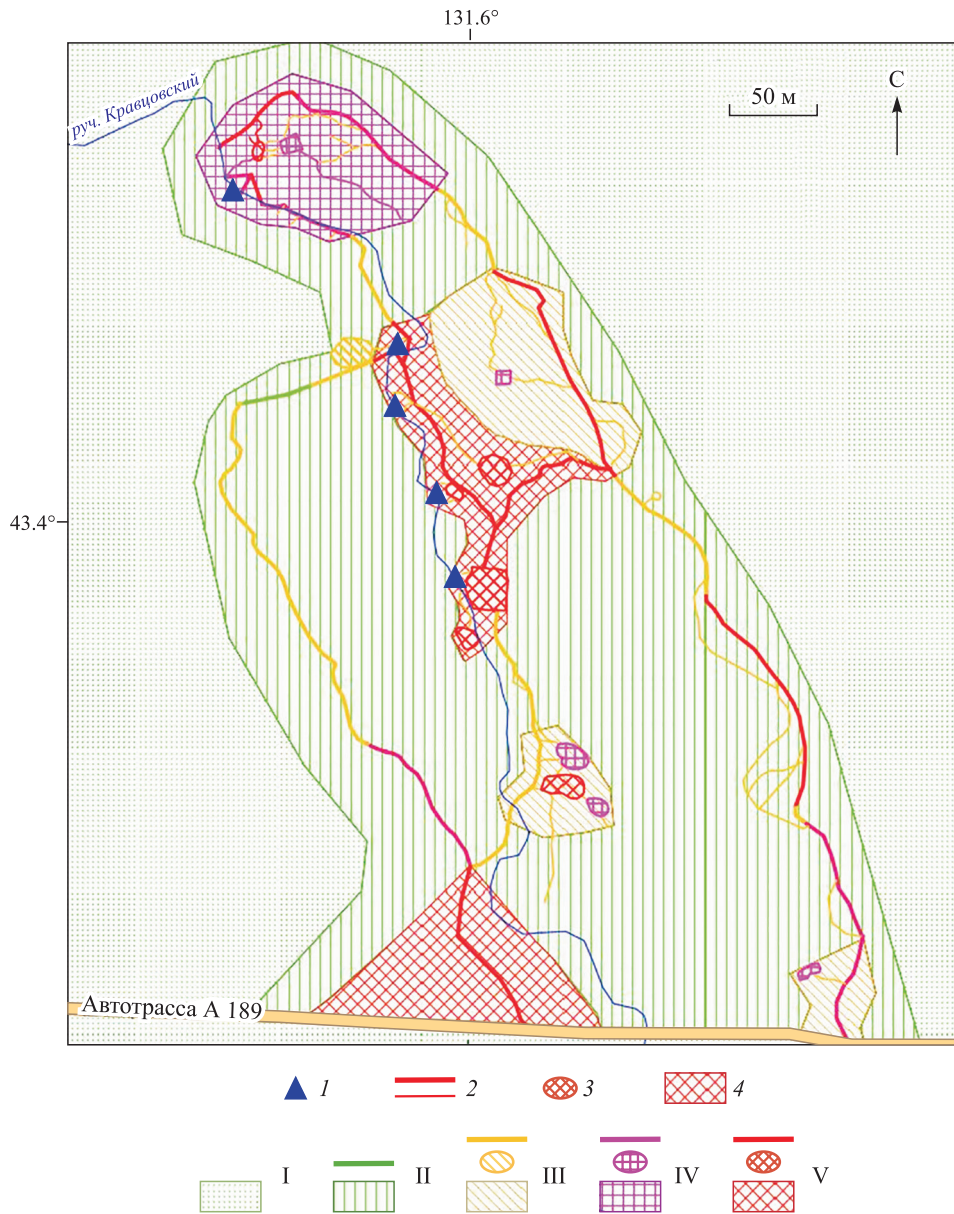


Рис. 1. Карта стадий дигрессии района Кравцовских водопадов: 1 – водопады; 2 – основные и второстепенные тропы; 3 – поляны; 4 – участки леса разной стадии дигрессии. I–V – стадии дигрессии.

туры биоценоза. Местами значительную роль играют и другие факторы: вырубка отдельных деревьев и кустарников, обламывание ветвей, перемещение камней, замусоривание (Осипов, Головина, 2012).

Одна из наиболее крупных полян (площадью около 150 м²) находится у нижнего водопада (см. рис. 1). На ней расположены три кострища диаметром 90, 210 и 250 см. Трансекты, заложенные на этой поляне, представлены в табл. 2 и на рис. 2.

На трансектах и поляне выделены три зоны дигрессии. Зона V–IV стадий дигрессии окружает кострище. Лесная подстилка отсутствует,

почва утрамбована. Деревья имеют механические повреждения стволов, у многих из них обнажены корни. Подлесок и подрост отсутствуют. Травянистые растения угнетены и расположены у стволов деревьев. В данной зоне отмечены два высокособоеустойчивых вида – железистостебельник гималайский и осока курчаворыльцевая, обильно представлен среднесбоеустойчивый вид подлесник красноцветковый (табл. 3).

Зона III стадии дигрессии приурочена к периферии поляны. Присутствуют лесная подстилка, травяной покров сомкнут, среди трав представлены высоко-, средне- и слабособоеустойчивые виды. Наиболее обильны средне-

Таблица 2. Трансекта учета древесного подроста на прикостровой поляне № 2 (2015 г.)

Вид	Положение на трансекте, см	Высота, см	Жизненность, баллы
Сирень амурская <i>Ligustrina amurensis</i> Rupr.	1255	52	1
Тот же	1300	63	1
»	1330	76	1
»	1410	140	1
»	1495	136	1
Клен зеленокорый <i>Acer tegmentosum</i> Maxim.	1555	200	1
Ильм лопастной <i>Ulmus laciniata</i> (Trautv.) Mayr.	1585	62	1
Ясень носолистный <i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance	1815	84	1
Ильм лопастной	2460	60	1
Тот же	2830	69	1
»	2900	46	1
Ясень носолистный	2990	210	1
Тот же	3000	250	1
Сирень амурская	3010	24	1
Тот же	3011	27	1
»	3012	40	1
»	3013	57	1
»	3014	54	1
»	3015	37	1
»	3016	26	1
»	3017	22	1
»	3018	63	1
»	3019	25	1
»	3020	42	1
»	3021	31	2
»	3022	25	2
»	3023	95	1

сбоеустойчивый вид подлесник красноцветковый и слабосбоеустойчивый вид фрима азиатская. Зона II стадии дигрессии окружает поляну. Кроны деревьев сомкнуты, подрост обилён (клен зеленокорый, вяз разрезной, ясень носолистный и др.). Лесная подстилка изменена слабо. Заметно замусоривание. Характерные виды трав – недотрога обыкновенная, лесной мак весенний, фрима азиатская. Выявленные на трансектах виды – неморальные и умерные по своей эколого-ценотической приуроченности, отсутствуют типичные сорняки, хотя недалеко расположены поселок с сельскохозяйственными угодьями и автотрасса.

В 2016 г. по сравнению с 2015 г. на этой поляне немного увеличилась зона V–IV стадий дигрессии за счет зоны III (эта же тенденция выявлена и на второй изученной поляне). В зоне

V–IV стадий дигрессии в 2016 г. уменьшилось обилие даже высокосбоеустойчивых видов, таких как железистостебельник гималайский и осока курчаворыльцевая (см. рис. 2). В зоне III стадии дигрессии в 2016 г. не отмечались слабосбоеустойчивые виды недотрога обыкновенная и фрима азиатская, но стал обильнее слабосбоеустойчивый вид селезеночник волосистый. Все особи древесного подроста в 2016 г. сохранились. Все это свидетельствует о небольшом увеличении рекреационной нагрузки на двух изученных полянах, что вполне согласуется с данными посещаемости водопадов в летне-осенний период 2015 и 2016 гг. (см. табл. 1).

В 1984 г. Кравцовские водопады включены в список памятников природы Хасанского района с целью сохранения биоразнообразия, поддер-

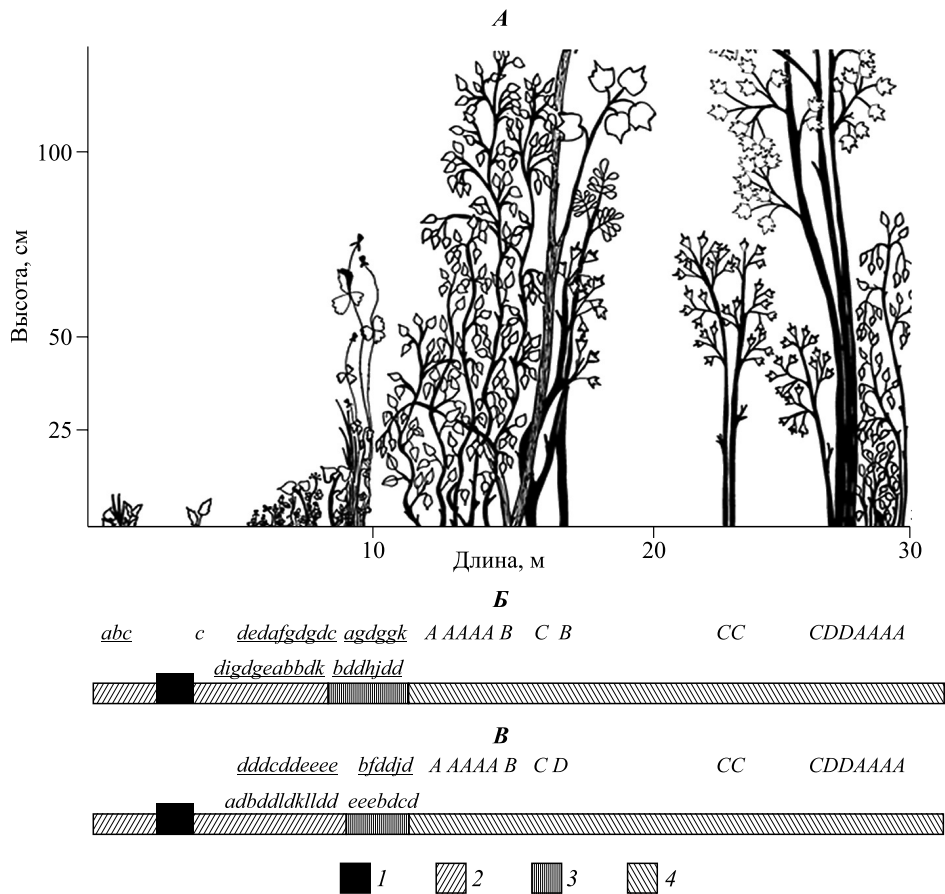


Рис. 2. Прикостровая поляна № 2: 1 – кострец; 2 – зона V–IV стадий дигрессии; 3 – зона III стадии дигрессии; 4 – зона II стадии дигрессии. **А, Б** – трансекта 2015 г., **В** – трансекта 2016 г. Древесный подрост: **А** – сирень амурская; **Б** – клен зеленокорый; **С** – ильм лопастной; **Д** – ясень носолистный. Травы: **а** – железистостебельник гималайский *Adenocaoulon himalaicum* Edgew.; **б** – осока курчаворыльцевая *Carex bostrychostigma* Maxim.; **с** – косогорник Татарина *Prenanthes tatarinowii* Maxim.; **д** – подлесник красноцветковый *Sanicula rubriflora* F. Schmidt ex Maxim.; **е** – селезеночник волосистый *Chrysosplenium pilosum* Maxim.; **ф** – пиля монгольская *Pilea mongolica* Wedd.; **г** – фрима азиатская *Phryma asiatica* (H. Hara) O. Deg. & I. Deg.; **h** – недотрога обыкновенная *Impatiens noli-tangere* L.; **и** – новомалиния маньчжурская *Neomolinia mandshurica* (Maxim.) Honda; **j** – лесной мак весенний *Hylomecon vernalis* Maxim.; **к** – василистник нитчатый *Thalictrum filamentosum* Maxim.; **л** – адокса мускусная *Adoxa moschatellina* L.

жания ландшафтов, развития экотуризма. Статус памятника природы способствовал тому, что данная территория была исключена из хозяйственной деятельности (приватизации земель, рубки и т. д.), однако этот же статус способствовал привлечению туристов. Списки памятников природы были включены в путеводители, размещены на сайтах туристских информационных центров, многие туристические компании строили свои программы на основе посещения природных достопримечательностей. В 1990-х гг. начали проявляться негативные последствия неконтролируемого использования памятников природы в туристской деятельности. Ста-

ло очевидным, что статус памятника природы не способствует сохранению экосистем. Пришло понимание необходимости регулирования рекреационной нагрузки. Решение проблемы многие специалисты видели в создании некоммерческой структуры, фонда, который бы взял на себя регулирование туристических потоков и благоустройства памятников природы, но эти надежды не оправдали себя. Так, в 2006 г. было официально зарегистрировано региональное некоммерческое партнерство «Развитие экологического туризма Приморского края», которое существовало за счет грантов и членских взносов. Однако данная организация не получила широ-

Таблица 3. Древесный подрост и травянистые растения на трансектах прикостровой поляны № 2

Вид	Эколого-ценотический элемент	Сбоеустойчивость	Зона и стадия дигрессии		
			V–IV	III	II
Осока курчаворыльцевая	Уременный	Высокая	+	+	–
Железистостебельник гималайский	Неморальный	»	+	+	–
Подлесник красноцветковый	»	Средняя	++	++	+
Василистник нитчатый	»	»	+	+	+
Фрима азиатская	»	Слабая	–	+	++
Адокса мускусная	Уременный	»	–	+	+
Селезеночник волосистый	Неморальный	»	–	+	+
Косогорник Татарина	»	»	–	+	+
Сирень амурская	»	»	–	–	++
Клен зеленокорый	»	»	–	–	+
Ясень носолистный	»	»	–	–	+
Ильм лопастной	»	»	–	–	+
Лесной мак весенний	»	»	–	–	+
Новомалиния маньчжурская	»	»	–	–	+
Недотрога обыкновенная	Уременный	»	–	–	+
Пиля монгольская	»	»	–	–	+

Примечание. Прочерк – вид отсутствует или встречается единично; + – вид встречается регулярно с невысоким обилием; ++ – вид встречается часто как доминант.

кой поддержки, туристические компании неактивно вступали в ее ряды. Одни объясняли это тем, что подобные организации уже существовали и ни к чему не привели, другие не хотели платить за природный ресурс, который можно использовать бесплатно (Новостная заметка..., 1996).

Новым и более действенным вариантом рационального использования района Кравцовских водопадов и организации здесь регулируемого туризма может стать включение этой территории в структуру национального парка или заповедника. Эти организации располагают штатом сотрудников, способных организовать охрану территории, обеспечить необходимый уровень благоустройства, регулировать туристический поток и вести мониторинг состояния объекта. Подобными ближайшими организациями являются национальный парк «Земля леопарда» и заповедники «Кедровая падь», «Дальневосточный морской», «Уссурийский». Следует еще раз отметить, что Кравцовские водопады настолько привлекательный, популярный и удачно расположенный объект, что может быть интересен и гораздо более удаленным национальным паркам и заповедникам. Добавим, что Ботаническим садом-институтом ДВО РАН разработан детальный проект обустройства территории, примы-

кающей к Кравцовским водопадам (Эскизный проект..., 2016).

В настоящее время некоторые отечественные заповедники и национальные парки накопили достаточный опыт в организации экологического туризма и регулировании туристических потоков. Таким опытом располагают, в частности, Кроноцкий, Алтайский, Лазовский и другие заповедники. Например, Кроноцкий государственный природный заповедник на протяжении уже более 20 лет успешно регулирует рекреационные нагрузки в Долине гейзеров. Ежегодные мониторинговые исследования ложатся в основу принятия руководством управленческих решений (замена полотна настильной тропы, увеличение или уменьшение туристического потока и т. д.), которые обеспечивают устойчивое природопользование и сохранение уникальных природных комплексов.

ВЫВОДЫ

Оценку и мониторинг рекреационного воздействия на ландшафт целесообразно проводить на разных пространственных уровнях. На уровне рассматриваемой территории в целом (это может быть ландшафт, местность или урочище в естественных или произвольных границах) важ-

нейшим инструментом является карта стадий дигрессии. Такая карта (см. рис. 1) служит хорошей основой для характеристики, оценки и мониторинга состояния экосистемы и рекреационного воздействия на нее. Отдельного показа на этой карте заслуживает сеть троп и пикниковых полей, так как они представляют собой участки максимального воздействия отдыхающих. Однако шкала стадий дигрессии троп требует доработки.

Для детальной фитоиндикации рекреационного воздействия на уровне отдельных биогеоценозов и биогеоценологических парцелл, в частности для троп и полей, целесообразно использовать эколого-ценотические трансекты (профили). Индикаторами могут служить все растения или, например, только подрост древесных пород. Каждый вид растений может быть охарактеризован с точки зрения его сбоеустойчивости. Набор и соотношение видов по их сбоеустойчивости (спектр сбоеустойчивости видов) свидетельствуют об интенсивности рекреационной нагрузки на конкретном участке. Это довольно грубая (не утонченная) индикация, которая, однако, позволяет выделить участки разных стадий дигрессии в пределах трансект и биогеоценозов в целом.

В настоящее время район Кравцовских водопадов испытывает слишком большие рекреационные нагрузки. Это, прежде всего, участки леса, прилегающие к самим водопадам, а также ведущие к ним тропы, характеризующиеся наиболее высокими V–IV стадиями рекреационной дигрессии. Действенным вариантом сохранения и рационального использования района Кравцовских водопадов может быть включение этой территории в структуру национального парка или заповедника. С одной стороны, эти организации способны обеспечить благоустройство и охрану территории, регулировать туристический поток и вести мониторинг состояния объекта. С другой стороны, Кравцовские водопады – удачно расположенный рекреационный объект, известная достопримечательность региона со значительным потоком посетителей, что создает хорошую финансовую основу для туристско-рекреационной деятельности на этой территории.

Авторы выражают благодарность Е. А. Петруненко за помощь в сборе полевого материала и идентификации растений, Л. В. Сомовой за помощь в подготовке рисунков и А. А. Сомову за консультационную поддержку при построении карт в программной среде QGIS.

Исследования С. В. Осипова выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-00086).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

- Архив погоды на метеостанции № 31971 в с. Барабаш, 2018 [Архив погоды на метеостанции N. 31971 в с. Barabash, 2018 (Archive of weather at meteorological station No. 31971 in the village of Barabash, 2018) (in Russian)]. https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Барабаше
- Берсенев Ю. И., Христофорова Н. К. Особо охраняемые природные территории Приморского края. Владивосток: Изд. дом Владивосток, 2016. 68 с. [Bersenev Yu. I., Hristoforova N. K. Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Primorskogo kraya (Especially safeguarded natural territories of Primorsky Krai). Vladivostok: Izdatel'skiy dom Vladivostok (Publ. House Vladivostok), 2016. 68 p. (in Russian)].
- Верхолат В. П. Флора лесов Южного Сихотэ-Алиня (ценотический и географический анализ): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2005. 28 с. [Verkholat V. P. Flora lesov Yuzhnogo Sikhote-Alinya (tsenoticheskiy i geograficheskiy analiz): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk (Flora of the Southern Sikhote-Alin' forests (coenotic and geographical analysis): cand. (PhD) biol. sci. thesis. Vladivostok, 2005. 28 p. (in Russian)].
- Гусаченко Ю. А., Добрынин А. П., Саболдашев С. А. Динамика нижних ярусов растительности дубняков в рекреационной зоне Владивостока // Некоторые аспекты рекреационных исследований и зеленого строительства. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 43–52. [Gusachenko Yu. A., Dobrynin A. P., Saboldashev S. A. Dinamika nizhnikh yarusov rastitel'nosti dubnyakov v rekreatsionnoy zone Vladivostoka (Dynamics of lower layers of vegetation of oak forests in the recreational zone of Vladivostok) // Nekotorye aspekty rekreatsionnykh issledovaniy i zelenogo stroitel'stva (Some aspects of a recreational studies and greening construction). Vladivostok: USSR Acad. Sci., Far East Br., 1989. P. 43–52 (in Russian)].
- Иванов А. Н., Валебная В. А., Чижова В. П. Проблемы рекреационного использования особо охраняемых природных территорий (на примере Долины гейзеров) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. № 6. С. 68–74 [Ivanov A. N., Valebnaya V. A., Chizhova V. P. Problemy rekreatsionnogo ispol'zovaniya osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy (na primere Doliny geyzerov) (Problems of recreational use of especially guarded natural territories (on the example of Geyser Valley) // Vestn. Mosk. un-ta (Bull. Moscow Univ.). Ser. 5. Geogr. Moscow: Moscow Univ. Publ., 1995. N. 6. P. 68–74 (in Russian with English abstract)].
- Казанская Н. С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. 1972. № 1. С. 52–59. [Kazanskaya N. S. Izuchenie rekreatsionnoy digressii estestvennykh gruppировок rastitel'nosti (Study of recreational digression of natural plant groupings) // Izv. AN SSSR.

- Ser. Geogr. (Bull. USSR Acad. Sci. Ser. Geogr.). 1972. N. 1. P. 52–59 (in Russian with English abstract)].
- Калихман А. Д., Педерсен А. Д., Савенкова Т. П., Сукнев А. Я. Методика «Пределов допустимых изменений» на Байкале – участке Всемирного наследия ЮНЕСКО. Иркутск: Оттиск, 1999. 100 с. [Kalikhman A. D., Pedersen A. D., Savenkova T. P., Suknev A. Ya. Metodika «Predelov dopustimyykh izmeneniy» na Baikale – uchastke Vsemirnogo naslediya UNESCO (The method of «limits of admissible changes» at Baikal – site of UNESCO World heritage. Irkutsk: Ottisk, 1999. 100 p. (in Russian)].
- Калихман А. Д., Калихман Т. П., Хидекель В. В. Тропы природных территорий у Байкала. Иркутск: Оттиск, 2005. 114 с. [Kalikhman A. D., Kalikhman T. P., Khidekel' V. V. Tropy prirodnykh territoriy u Baikala (Patches of natural territories near Baikal). Irkutsk: Ottisk, 2005. 114 p. (in Russian)].
- Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения / Под ред. К. С. Байкова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 640 с. [Konspekt flory Aziatskooy Rossii: sosudistye rasteniya / Pod red. K. S. Baikova (Synopsis of flora of the Asian Russia: Vascular plants / DSc. Biol. K. S. Baikov (Ed.)). Novosibirsk: Sib. Br., Rus. Acad. Sci. Publ. House, 2012. 640 p. (in Russian with English summary)].
- Короткий А. М., Ляцевская М. С. Водопадные системы в речных долинах Приморья // География и природные ресурсы. 2008. № 4. С. 89–95. [Korotkiy A. M., Lyashchevskaya M. S. Vodopadnye sistemy v rechnykh dolinakh Primor'ya (Waterfall systems in river valleys of Primorie) // Geografiya i prirodnye resursy (Geogr. Nat. Res.). 2008. N 4. P. 89–95 (in Russian with English abstract)].
- Крылов А. Г. Жизненные формы лесных фитоценозов. М.: ФГУП «Акад. науч.-изд., производств.-полиграф. и книгораспростр. центр «Наука», 1984. 181 с. [Krylov A. G. Zhiznennyye formy lesnykh fitotsenozov (Life forms of forests phytocoenocses). Moscow: FGUP «Akad. nauch.-izd., proizvodstv.-poligraf. i knigorasprostr. tsentr «Nauka» (Fed. St. Unit. Enterpr. «Acad. Sci.-Publ., Product.-polygraph., and book dissemin. center «Nauka», 1984. 181 p. (in Russian)].
- Летопись природы государственного природного биосферного заповедника «Катунский». Кн. 11. Усть-Кокса, 2009. 305 с. [Letopis' prirody gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika «Katunskiy» (Chronicle of nature of the state natural biosphere reserve «Katunskiy»). Кн. 11 (Book 11). Ust'-Koksa, 2009. 305 p. (in Russian)].
- Люкшандерль Л. Спасите Альпы. Сад на крыше Европы в опасности / Пер. с нем. Е. М. Гончаровой. М.: Прогресс, 1987. 168 с. [Lyukshanderl' L. Spasite Al'py. Sad na kryshe Evropy v opasnosti / Per. s nem. E. M. Goncharova (Save Alps. Garden on the roof of Europe in danger / Transl. from German by E. M. Goncharova). Moscow: Progress, 1987. 168 p. (in Russian)].
- Ляцевская М. С. Водопады юга Дальнего Востока: особенности распространения и рекреационный потенциал. Saarbrücken, Germany: Lambert Acad. Publ., 2011. 152 с. [Lyashchevskaya M. S. Vodopady yuga Dal'nego Vostoka: osobennosti rasprostraneniya i rekreatsionny potentsial (Waterfalls of the south of Far East: specifics of distribution and recreational potential). Saarbrücken, Germany: Lambert Acad. Publ., 2011. 152 p. (in Russian)].
- Меллума А. Ж., Рунгуле Р. Х., Эмсис И. В. Отдых на природе как природоохранная проблема. Рига: Зинатне, 1982. 160 с. [Melluma A. Zh., Rungule R. Kh., Emsis I. V. Otdyh na prirode kak prirodookhrannaya problema (Rest in nature as nature conservation problem). Riga: Zinatne, 1982. 160 p. (in Russian)].
- Мир водопадов: науч.-попул. изд. / Сост. П. Ф. Бровко, Ю. Г. Калинин, Б. В. Филимонов. Владивосток: Изд-во Дальневост. гос. ун-та, 2005. 183 с. [Mir vodorpadov: nauch.-popul. izd. (World of waterfalls: sci.-popular ed.) / Authors: P. F. Brovko, Yu. G. Kalinin, B. V. Filimonov. Vladivostok: Far East Univ. Publ., 2005. 183 p. (in Russian)].
- Мосолов В. И. Долина гейзеров и туризм: последствия и перспективы рекреационного освоения // Растительный и животный мир Долины гейзеров / Под науч. ред. Е. Г. Лобкова. Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчат. печат. двор», 2002. С. 283–296 [Mosolov V. I. Dolina geyzerov i turizm: posledstviya i perspektivy rekreatsionnogo osvoeniya (The Geysir Valley and tourism: consequences and prospects of recreational development) // Rastitel'ny i zhivotny mir Doliny geyzerov (Plant and animal world of the Geysir Valley) / E. G. Lobkov (Sci. Ed.). Petropavlovsk-Kamchatskiy: Kamchatka Pechatny Dvor Publ., 2002. P. 283–296 (in Russian)].
- Новостная заметка «Пришел, увидел, сохранил» / сайт делового интернет-изд. Дальнего Востока ZRPRESS.RU, 1996. [Novostnaya zametka «Prishel, uvidel, sokhranil» / sait delovogo internet-izdaniya Dal'nego Vostoka ZRPRESS.RU (News article «Came, saw, saved» / site of business internet-edition of the Far East ZRPRESS.RU), 1996 (in Russian)]. http://www.zrpress.ru/markets/dalniy-vostok_01.01.1996_8916_prishel-uvidel-sokhranil.htm.
- Осипов С. В., Головина Л. А. Прикостровые поляны в пригородных лесах Владивостока // Лесоведение. 2012. № 3. С. 77–81. [Osipov S. V., Golovina L. A. Prikostrovyye polyany v prigorodnykh lesakh Vladivostoka (Glades around fires in suburban forests of Vladivostok) // Lesovedenie (Rus. J. For. Sci.). 2012. N. 3. P. 77–81 (in Russian with English abstract)].
- Преловский В. И., Бакланов П. Я., Добрынин А. П., Смольянинов Ю. В. Стратегия территориального развития рекреации и туризма в Приморском крае. Кн. 1. Владивосток: Тихоокеан. ин-т геогр. ДВО РАН, АО «Приморгражданпроект», 1996. 131 с. [Prelovskiy V. I., Baklanov P. Ya., Dobrynin A. P., Smol'yaninov Yu. V. Strategiya territorial'nogo razvitiya rekreatsii i turizma v Primorskom krae (Strategy of territorial development of recreation and tourism in Primorsky Krai). Кн. 1 (Book 1). Vladivostok: Tihookean. in-t geogr. DVO RAN (Pacific Geogr. Inst., Rus. Acad. Sci., Far East Br.), АО «Primorgrazhdanproekt», 1996. 131 p. (in Russian)].
- Рысин Л. П. Рекреационные леса и проблемы оптимизации рекреационного лесопользования // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 5–20. [Rysin L. P. Rekreatsionnyye lesa i problemy optimizatsii rekreatsionnogo lesopol'zovaniya (Recreational forests and problems of optimization of recreational forest use) // Rekreatsionnoe lesopol'zovanie v SSSR (Recreational

- forest use in the USSR). Moscow: Nauka, 1983. P. 5–20 (in Russian)].
- Рысин Л. П., Комиссаров Е. С., Маслов А. А., Петерсон Ю. В., Савельева Л. И. Методические предложения по созданию системы постоянных пробных площадей на особо охраняемых лесных территориях. М.: Наука, 1988. 28 с. [Rysin L. P., Komissarov E. S., Maslov A. A., Peterson Yu. V., Savel'eva L. I. Metodicheskie predlozheniya po sozdaniyu sistemy postoyannykh probnykh ploshchadey na osobo okhranyaemykh lesnykh territoriyakh (Methodical proposals on creating system of permanent sample plots at specially protected forest territories). M.: Nauka, 1988. 28 p. (in Russian)].
- Рябинина О. В., Пономаренко Е. А. Особенности рекреационных территорий острова Ольхон (озеро Байкал) // Евразийский Союз Ученых. Сер.: Науки о Земле. 2015. № 10 (19). С. 79–82. [Ryabinina O. V., Ponomarenko E. A. Osobennosti rekreatsionnykh territoriy ostrova Ol'khon (ozero Baikal) (Specifics of recreational territories of the Ol'khon island (Baikal lake)) // Evraziyskiy Soyuz Uchenykh. Ser.: Nauki o Zemle (Eurasian Union of Scientists. Ser.: Earth Sci.). 2015. N. 10 (19). P. 79–82 (in Russian with English abstract)].
- Селедец В. П. Антропогенная динамика растительного покрова российского Дальнего Востока. Владивосток: Тихоокеан. ин-т геогр. ДВО РАН, 2000a. 148 с. [Seledets V. P. Antropogennaya dinamika rastitel'nogo pokrova rossiyskogo Dal'nego Vostoka (Anthropogenic dynamics of Far East vegetation cover). Vladivostok: Pacific Geogr. Inst., Rus. Acad. Sci., Far East Br., 2000a. 148 p. (in Russian with English title, summary and contents)].
- Селедец В. П. Метод экологических шкал в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России. Владивосток: ДВГАЭУ, 2000b. 248 с. [Seledets V. P. Metod ekologicheskikh shkal v botanicheskikh issledovaniyakh na Dal'nem Vostoke Rossii (Ecological scales for vegetation studies in the Russian Far East). Vladivostok: Far East St. Acad. Econ. Manag., 2000b. 248 p. (in Russian with English title, summary and contents)].
- Селедец В. П. Рекреационная динамика растительности в муссонном климате Дальнего Востока России. Владивосток: Мор. гос. ун-т им. адм. Г. И. Невельского, 2011a. 248 с. [Seledets V. P. Rekreatsionnaya dinamika rastitel'nosti v mussonnom klimate Dal'nego Vostoka Rossii (Recreation dynamics of vegetation in the Russian Far East monsoon climate). Vladivostok: Mor. gos. un-t im. adm. G. I. Nevel'skogo (Admiral G. I. Nevelskiy Marine St. Univ.), 2011a. 248 p. (in Russian with English title, summary and contents)].
- Селедец В. П. Экологическая оценка территории Дальнего Востока России по растительному покрову. Владивосток: Дальнаука, 2011b. 388 с. [Seledets V. P. Ekologicheskaya otsenka territorii Dal'nego Vostoka Rossii po rastitel'nomu pokrovu (Ecological evaluation of the Russian Far East territories by vegetation cover). Vladivostok: Dal'nauka, 2011b. 388 p. (in Russian with English title, summary and contents)].
- Таран И. В., Спиридонов В. Н. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 180 с. [Taran I. V., Spiridonov V. N. Ustoychivost' rekreatsionnykh lesov (Stability of recreational forests). Novosibirsk: Nauka. Sib. Br., 1977. 180 p. (in Russian)].
- Тропа в гармонии с природой: сб. российского и зарубежного опыта по созданию экологических троп / Ред. совет: Н. Н. Буторина, С. В. Моргачев, Я. И. Орестов, В. П. Чижова. М.: «Р. Валент», 2007. 176 с. [Tropa v harmonii s prirodoy: sb. rossiyskogo i zarubezhnogo opyta po sozdaniyu ekologicheskikh trop (The path in harmony with nature: coll. of Russian and foreign experience in creating ecological paths) / Ed. Council: N. N. Butorina, S. V. Morgachev, Ya. I. Orestov, V. P. Chizhova. Moscow: «R. Valent», 2007. 176 p. (in Russian)].
- Чижова В. П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. 176 с. [Chizhova V. P. Rekreatsionnye landshafty: ustoychivost', normirovanie, upravlenie (Recreational landscapes: stability, regulation, management). Smolensk: Oykumena, 2011. 176 p. (in Russian)].
- Чижова В. П., Добров А. В., Захлебный А. Н. Учебные тропы природы. М.: Агропромиздат, 1989. 160 с. [Chizhova V. P., Dobrov A. V., Zakhlebny A. N. Uchebnye tropy prirody (Educational patches of nature). Moscow: Agropromizdat, 1989. 160 p. (in Russian)].
- Эскизный проект благоустройства и озеленения эколого-образовательного объекта «Кравцовские водопады». Владивосток: Бот. сад-ин-т ДВО РАН, Амур. филиал Всемирного фонда дикой природы, 2016. 22 с. [Eskizny proekt blagoustroystva i ozeleneniya ekologo-obrazovatel'nogo ob'ekta «Kravtsovskie vodopady» (Sketch project for an accomplishment and greening of ecological-educational object «Kravtsovskie Waterfalls»). Vladivostok: Bot. sad-in-t DVO RAN, Amur. filial Vsemirnogo fonda dikoy prirody (Bot. Garden-Inst., Rus. Acad. Sci., Far East Br., Amur Br. of WWF), 2016. 22 p. (in Russian)]. <http://botsad.ru/media/cms/3799/project.pdf>
- Cole D. N., Foti P., Brown M. Twenty years of change on campsites in the backcountry of Grand Canyon National Park // Environ. Manag. 2008. V. 41. Iss. 6. P. 959–970.
- Cole D., Carlson T. Numerical visitor capacity: a guide to its use in wilderness. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-247. Fort Collins, CO: USDA, For. Serv., Rocky Mountain Res. St., 2010. 20 p.
- Eagles P. F. J., Haynes C. D., McCool S. F. Sustainable tourism in protected areas: guidelines for planning and management. IUCN Publ., 2002. 183 p.
- Hawes M., Dixon G., Ling R. A GIS-based methodology for predicting walking track stability // J. Environ. Manag. 2013. V. 115. P. 295–299.
- Hill W., Pickering C. M. Vegetation associated with different walking track types in the Kosciuszko alpine area // J. Environ. Manag. 2006. V. 78. Iss. 1. P. 24–34.
- Leung Y., Marion J. L. Recreation impacts and management in wilderness: a state-of-knowledge review // Wilderness science in a time of change conf.: Wilderness ecosystems, threats and management. Ogden, UT: USDA For. Serv., Rocky Mountain Res. St. 2000. V. 5. P. 23–48.
- Marion J. L. A review and synthesis of recreation ecology research supporting carrying capacity and visitor use management decisionmaking // J. For. 2016. V. 114. Iss. 3. P. 339–351.
- Monz C. A., Cole D. N., Leung Y. F., Marion J. L. Sustaining visitor use in protected areas: future opportunities in recreational ecology research based on the USA experience // Environ. Manag. 2010. V. 45. Iss. 3. P. 551–562.

EXPERIENCE IN EVALUATING AND MONITORING THE RECREATIONAL IMPACT ON FOREST ECOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF A CONIFEROUS-BROADLEAF FOREST SURROUNDING KRAVTSOVSKIY WATERFALLS)

E. G. Somova¹, S. V. Osipov²

¹ *United Administration of the National Park «The Land of Leopard»
and State Nature Biosphere Reserve «Kedrovaya Pad'»
Prospekt 100-letiya Vladivostoka, 127, Vladivostok, 690068 Russian Federation*

² *Pacific Geographical Institute, Russian Academy of Sciences, Far East Branch
Radio str., 7, Vladivostok, 690041 Russian Federation*

E-mail: somovaevg@gmail.com, sv-osipov@yandex.ru

Recreational activities on natural territories put great pressure on ecosystems with the human impact being very uneven. The paper reports on experience of analyzing and monitoring the recreational impact on the forest area of the Kravtsovskiy waterfalls in the south of the Russian Far East. Autumn weekends have been found to show the highest attendance of Kravtsovskiy waterfalls with hundreds of people coming to relax there. Forest ecosystems have been revealed to experience heavy recreational impact. An effective way to conserve and to use this territory rationally is to include it into the structure of a national park or reserve. The recreational impact on the ecosystem should be evaluated and monitored at different levels. At the level of the considered territory as a whole (it may be a macro-landscape or a meso-landscape in natural or arbitrary boundaries) the most important tool is a map of the digression stages, which is a fairly simple model of the territory, but it is a good basis for characterizing, assessing and monitoring the state of the ecosystem and the recreational impact on it. Trails and picnic sites are representative areas of maximum impact of holidaymakers on this map. At the level of individual biogeocoenoses or biogeocoenotic parcels, in particular for trails and sites, ecologic-coenotic transects (profiles) should be used for detailed phytoindication of recreational impact. As indicators one can choose all plants or, e. g., only adolescents of tree species. Indicator parameters of plant species (abundance, height, vitality, ecological-coenotic features, recreational pressure tolerance) allow us to identify areas in different digression stages within the transect and biogeocoenosis as a whole.

Keywords: *ecosystem, biogeocoenosis, parcel, anthropogenic impact, digression stages, mapping, phytoindication, monitoring, recreational ecology.*

How to cite: *Somova E. G., Osipov S. V. Experience in evaluating and monitoring the recreational impact on forest ecosystems (on the example of a coniferous-broadleaf forest surrounding Kravtsovskiy waterfalls) // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. F. Sci.). 2020. N 1. P. 16–27 (in Russian with English abstract and references).*