

СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТУРИСТИЧЕСКОМ МАРШРУТЕ В ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ШУШЕНСКИЙ БОР»

А.И. Татаринцев*, Н.Н. Кулакова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
Красноярск, Россия

* Эл. почта: lespat@mail.ru

Статья поступила в редакцию 29.03.2025; принята к печати 16.04.2025

Экотуризм — одна из важных форм рекреационной деятельности — входит в комплекс экосистемных услуг. Экотуризм активно развивается в горно-таежных лесах охраняемых природных территорий на юге Средней Сибири. Для оптимизации рекреационного лесопользования необходим мониторинг состояния лесных экосистем. Исследованы лесные насаждения в пределах туристического маршрута на гору «Малый Борус» (Горное лесничество Национального парка «Шушенский бор») с целью оценить текущее состояние насаждений (древостоев), подверженных интенсивной рекреационной нагрузке. Выполнено детальное лесопатологическое обследование на двух участках туристической тропы с установлением рекреационной нарушенности и санитарного состояния насаждений, поврежденности поверхностных корней деревьев с выявлением болезней и повреждений на них. Рекреационная дигрессия насаждений на тропе достигает крайних стадий. Жизненное состояние исследуемых смешанных по составу древостоев ослабленное, визуально не отличается от состояния фоновых древостоев. Элементы леса по градиенту ухудшения состояния расположились так: ель, пихта → береза → кедр. Доля древесного отпада в кедровом элементе леса максимальная (в среднем 28%), включает деревья доминирующего статуса. По доле текущего отпада деревьев степень нарушенности эдификаторов леса в пределах тропы слабая. Значимая зависимость состояния деревьев всех лесообразующих видов от поврежденности корней не установлена. Распространенность болезней и повреждений (преимущественно стволов) по всем древесным видам превышает 10%; на кедре составляет 78%. Наиболее вредоносны варианты сочетанного повреждения стволов (травмы от околота + сухобокость + стволовая гниль) на кедре, ржавчинный опухольевый рак — на пихте. При относительно стабильном состоянии лесных насаждений (древостоев) на туристическом маршруте в дальнейшем необходимо осуществлять систематический лесопатологический контроль, исключить незаконную заготовку кедрового ореха путем околота.

Ключевые слова: горно-таежные леса, Средняя Сибирь, рекреационная нагрузка, санитарное состояние насаждений, текущий отпад.

THE CONDITIONS OF FOREST STAND ALONG A TOURIST PATH IN MOUNTAIN TAIGA OF THE NATIONAL PARK «SHUSHENDKIY BOR»

A.I. Tatarintsev*, N.N. Kulakova

M.F. Reshetnov Siberian State University of Science and Technology

Email: lespat@mail.ru

Ecotourism, an important form of recreational activities, is being actively developed in the natural mountain taiga territories of southern Middle Siberia. To optimize the recreational exploitation of forest, monitoring of forest conditions is expedient. In the present work, forest plantings along the tourist path towards Malyy Borus mountain (Mountain Forestry of the National Park "Shushenskiy Bor") were examined. Two stretches of the path were assessed for recreation-caused damage and sanitary conditions of plantings, for vulnerability of the surface roots of trees, and for root diseases and injuries. Recreation-caused digression reaches extreme levels. The compromised condition of mixed forest plantings does not differ from the conditions of background stands. Forest tree species may be ranked according to the worsening of their condition like that: fir = spruce < birch < cedar. Among cedars, tree fallout is the highest (28% on average) and includes dominant trees. According the current fallout proportion, forest edificators are weekly disturbed along the path. No dependence of the conditions of all tree species on the degree of root injuries has been found. The prevalence of diseases and injuries, mainly of tree trunks, does not exceed 10% in all tree species but reaches 78% in cedars. The most hazardous are combinations of trunk injuries (traumas caused by blows + side draughts + trunk rot) in cedars and rust tumors in firs. The conditions of forest plantings (stands) along the tourist path are relatively stable yet require systematic monitoring and eradication of unlicensed pine nut harvesting.

Keywords: mountain taiga, Middle Siberia, recreational load, sanitary conditions of plantings, current fallout.

Введение

Рекреационная деятельность является важной составляющей экосистемных услуг, которые предоставляют природные ландшафты, в том числе покрытые лесом территории [7, 23]. Рекреационное использование лесов становится все более интенсивным в местах традиционного отдыха, захватывает новые лесные массивы, включая ненарушенные насаждения отдаленных территорий [15, 17]. Одна из форм лесной рекреации – экотуризм, который приурочен преимущественно к охраняемым природным лесным территориям и привлекает к себе значительное число людей [17, 22, 24]. Такая туристско-рекреационная деятельность активно развивается в горно-таежных лесах охраняемых природных территорий на юге Средней Сибири.

Рекреационное использование лесов с одной стороны приносит пользу населению, с другой – неизбежно приводит к негативным изменениям в лесах [1, 10, 18]. Длительные и интенсивные рекреационные нагрузки нарушают функциональность всех компонентов лесных экосистем, становятся причиной их дигрессии [8, 9, 13, 25]. В пределах лесных фитоценозов наиболее уязвимы нижние ярусы растительности: живой напочвенный покров, подрост, подлесок [2, 5, 10, 12, 14]. В результате повышенного рекреационного воздействия отмечаются ухудшение жизненного состояния древостоев, снижение доли здоровых и возрастание доли сильно ослабленных и отмирающих деревьев [3, 4, 16, 19]. При туристической рекреации антропогенное воздействие на лесопокрываемых территориях проявляется очень неравномерно [17]. Лесные биогеоценозы наибольшие нагрузки испытывают в местах расположения туристических троп, мест отдыха, стоянок. На таких участках должен осуществляться мониторинг за состоянием лесных насаждений для своевременного принятия решений по повышению их устойчивости, оптимальному обустройству туристско-экскурсионных зон с учетом санитарного состояния древостоев, сохранения естественной природной обстановки [6, 13, 20, 21]. Тем более мониторинговые мероприятия необходимы в пределах особо охраняемых природных территорий, которые выступают центрами сохранения видового разнообразия уникальных экосистем биосферы, изучения их динамики.

Цель данной работы – оценка актуального состояния лесных насаждений на одном из популярных туристических маршрутов на территории Горного лесничества Национального парка «Шушенский бор» (юг Средней Сибири). В соответствии с целью решались следующие задачи: установить степень рекреационной нарушенности насаждений на туристическом маршруте; дать интегральную оценку санитарного состояния древостоя, в том числе по видам древесных пород (элементам леса); оценить влияние антропоген-

ной поврежденности корней на состояние деревьев; выявить основные повреждения, болезни деревьев, определить их распространенность и вредоносность.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований явились лесные насаждения в пределах туристического маршрута на гору «Малый Борус», испытывающие многолетние рекреационные нагрузки. Предмет исследований – текущее санитарное состояние древостоев на туристической тропе.

Полевые работы проводились в середине вегетации 2023 года, включали маршрутное (рекогносцировочное) лесопатологическое обследование насаждений, детальное (инструментальное) обследование древостоя. Рекогносцировочное обследование заключалось в визуальной оценке общего состояния насаждений в пределах и вне тропы, особенностей накопления древесного опада. Рекреационную нарушенность (стадию дигрессии) лесных насаждений в пределах тропы оценивали глазомерно по относительной вытоптанной до минерального горизонта площади живого напочвенного покрова в соответствии с ОСТ 56-100-95¹: I стадия дигрессии – относительная площадь вытоптанной поверхности напочвенного покрова до 1,0%; II стадия – 1,1–5,0%; III стадия – 5,1–10,0%; IV стадия – 10,1–25,0%; V стадия – более 25,0%.

Детальное лесопатологическое обследование древостоев выполнено на двух характерных по представленности лесных формаций, степени нарушенности лесного фитоценоза (деградации живого напочвенного покрова и оголения корней деревьев) участках тропы. Первый участок тропы – вниз по склону от водораздела (граница между 5 и 8 кварталами) до развилки со своротом на «Водопад», второй – ниже от указанной развилки в сторону начала тропы (рис. 1). Таким образом, обследованием охвачены фрагменты лесных насаждений 38, 33, 32 выделов в границах квартала 8. Характеристика насаждений согласно данным последнего лесоустройства² приведена в таблице 1.

На пробных участках проведен сплошной пересчет 80 деревьев с подразделением их по древесным породам (видам), ступеням толщины путем измерения диаметра стволов на высоте 1,3 м, категориям санитарного состояния. Категорию санитарного состояния деревьев определяли в первую очередь по состоянию кроны, а также другим диагностическим признакам³:

¹ ОСТ 56-100-95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы». URL: <https://base.garant.ru/2157248>.

² Лесохозяйственный регламент лесничества национальный парк «Шушенский бор». URL: <https://clck.ru/3J4Ssx>.

³ Правила санитарной безопасности в лесах: Утверждены постановлением правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 года № 2047. URL: <https://base.garant.ru/75037636>.

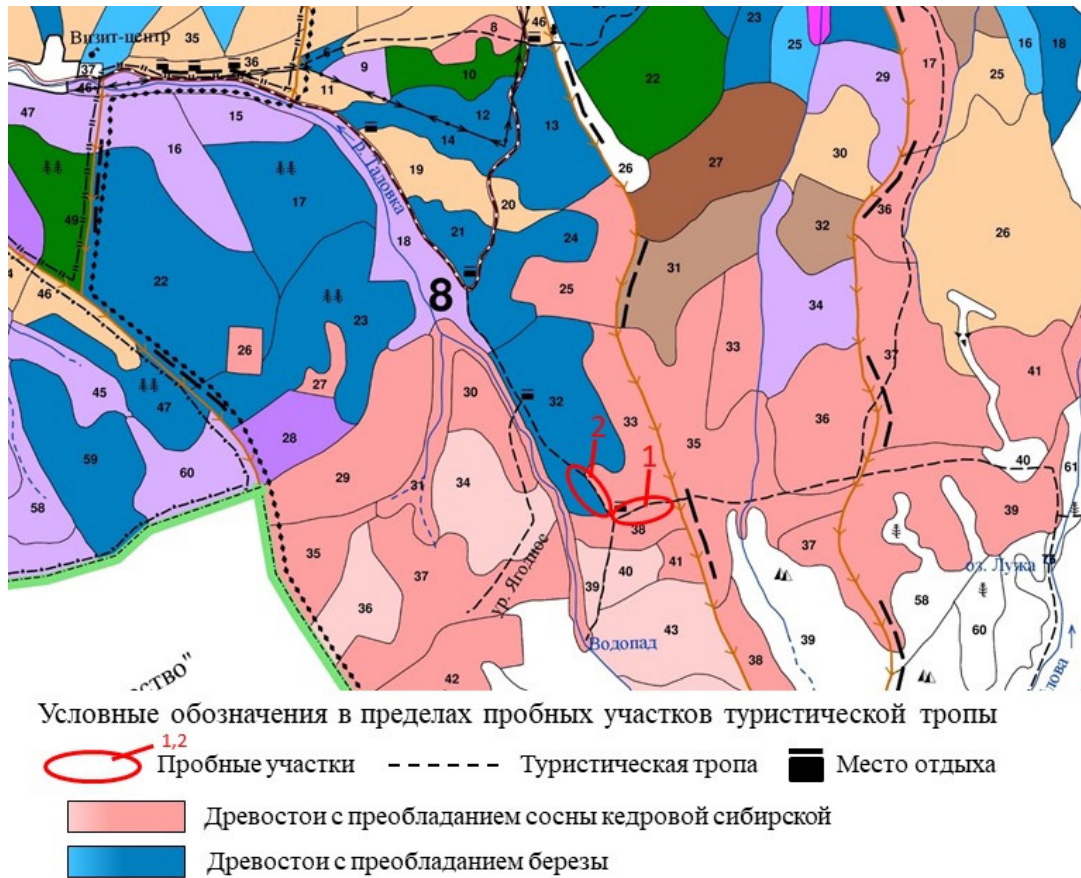


Рис. 1. Фрагменты лесных насаждений, охваченные обследованием на двух участках туристической тропы

Табл. 1

Характеристика насаждений на участках обследования

Участок	Выдел в квартале 8	Лесоводственно-таксационные показатели*	Состав древостоя* (по данным перечета)
Первый	38	Состав древостоя – 3К1Е1П5Б, тип леса – крупнотравно-папоротниковый; средние (по К): возраст – 100 лет, высота – 20 м, диаметр – 26 см; класс бонитета – 3, полнота – 0,5, запас – 240 м³/га; подрост: 8П2К (30) 2,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный; подлесок: спирея, редкий.	8К2ЕедБ
	33	Состав древостоя – 4К2С1Е1П2Б, тип леса – щитовниково-зеленомощный; средние (по К): возраст – 110 лет, высота – 21 м, диаметр – 26 см; класс бонитета – 3, полнота – 0,6, запас – 270 м³/га; подлесок: спирея, редкий	
Второй	32	Состав древостоя – 6Б1Ос2П1К+С+П, тип леса – крупнотравно-папоротниковый; средние (по Б): возраст – 80 лет, высота – 23 м, диаметр – 26 см; класс бонитета – 2, полнота – 0,7, запас – 200 м³/га; подрост: 8П2К (40) 3,0 м, 2,0 тыс. шт./га, благонадежный; подлесок: спирея, средней густоты	5Б2К2П1Е

* В составе древостоев: буквами обозначены лесообразующие древесные виды (элементы леса), в том числе: К – сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica*); Е – ель сибирская (*Picea obovata*); П – пихта сибирская (*Abies sibirica*); Б – береза повислая (*Betula pendula*); цифрами – доля участия древесной породы в суммарной абсолютной полноте древостоя (1 соответствует 10 %).

1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – утратившие жизнеспособность, в том числе свежий и старый сухостой. Отмечали наличие механического травмирования стволов и ветвей, пораженность деревьев гнилями, некрозно-раковыми болезнями.

Гнили стволов устанавливали по наличию плодовых тел дереворазрушающих грибов, видимому разрушению древесины с образованием дупла; некрозно-раковые болезни – по наличию специфических новообразований на стволах (язвы, утолщения, скопление укороченных недоразвитых побегов – «ведьмина метла») с возможными репродуктивными образованиями возбудителей. У каждого дерева фиксировали долю (%) оголенных, а также травмированных (с признаками глубоких повреждений) корней в верхнем слое ризосферы.

Санитарное состояние древостоев на исследуемых участках тропы оценивали по следующим показателям, полученным на основе данных лесопатологического перечета: виталитетный спектр (иначе – распределение деревьев по категориям состояния); средневзвешенная величина состояния; параметры отпада. Среднюю величину (индекс) состояния древостоя по каждой породе (элементу леса) рассчитывали через суммы площадей поперечного сечения стволов деревьев на высоте 1,3 м по формуле:

$$K_{\text{ср}} = (P_1 \times K_1 + P_2 \times K_2 + P_3 \times K_3 + P_4 \times K_4 + P_5 \times K_5) / 100, \quad (1)$$

где: P_i – доля деревьев каждой категории состояния, %; K_i – индекс категории состояния деревьев (1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – погибшие). При $K_{\text{ср}} \leq 1,5$ древостой в среднем не имеет видимых признаков ослабления; $1,5 < K_{\text{ср}} \leq 2,5$ – древостой в среднем ослаблен; $2,5 < K_{\text{ср}} \leq 3,5$ – сильно ослаблен; $3,5 < K_{\text{ср}} \leq 4,5$ – усыхает; $K_{\text{ср}} > 4,5$ – погибший древостой.

Жизненное состояние древостоя смешанного состава на каждом участке тропы устанавливали в соответствии с вышеприведенными градациями по значению средневзвешенной категории состояния, которую рассчитывали по формуле:

$$K_{\text{ср.взв}} = \sum (D_i \times K_{\text{ср.}i}) / 10, \quad (2)$$

где: D_i – участие древесной породы в составе древостоя, в единицах до 10; $K_{\text{ср.}i}$ – средний индекс состояния деревьев каждой древесной породы [26].

Актуальный состав древостоя на учетных фрагментах тропы определяли по материалам сплошного перечета деревьев через долю каждой породы в абсолютной полноте древостоя (сумме площадей поперечного сечения стволов на высоте 1,3 м, м²), приведен в таблице 1.

По величине текущего отпада (усыхающие деревья, свежий сухостой, ветровал, бурелом) судили о степени нарушенности насаждений. Насаждения с на-

личием текущего отпада разделяют на три степени нарушенности: слабая – с наличием текущего усыхания до 10%, средняя – с наличием текущего усыхания 11–30% и сильная – более 30%⁴.

Распространенность болезней деревьев, поврежденных их стволов в древостоях лесобразующих пород определяли по следующей формуле:

$$P = n \times 100 / N, \quad (3)$$

где: P – распространенность, %; n – число пораженных (поврежденных) деревьев, шт.; N – общее число деревьев соответствующей породы на участке, шт.

Вредоносность болезней и повреждений, в том числе при их сочетании, оценивали по значению средневзвешенного индекса состояния, рассчитанному по формуле 1 для соответствующей выборки пораженных (поврежденных) деревьев.

Для выявления связи между изучаемыми показателями деревьев лесобразующих видов, произрастающих в пределах туристической тропы, применяли параметрический критерий корреляции (коэффициент Пирсона – R). Расчеты выполнены с использованием пакета программ STATISTICA 10.

Результаты и обсуждение

Многолетняя тропиночно-пешая форма лесной рекреации привела к нарушению лесных фитоценозов в пределах туристического маршрута. Это отразилось, в первую очередь, на живом напочвенном покрове, который по ходу активного прохождения туристического потока полностью выбит до минерального почвенного горизонта. В результате глазомерной оценки степень рекреационной нарушенности насаждений в пределах тропы по этому признаку (согласно вышеприведенной шкале) соответствует стадиям IV–V дигрессии. В границах всей площади задействованных выделов (лесных биогеоценозов) рекреационная дигрессия насаждений по материалам последнего лесоустройства в пределах стадий I–II.

Состояние эдификатора (древостоя), который считается относительно устойчивым к рекреационным нагрузкам [11], по визуальной оценке с учетом комплекса видимых признаков (состояние филлосферы, наличие фаутов (выщерблин и других механических повреждений) у деревьев, присутствие сухостоя и характер его агрегации и др.) в пределах тропы мало чем отличается от прилегающих, нетронутых интенсивной рекреацией насаждений. На основе материалов детального лесопатологического обследования (перечета) на двух участках тропы выполнен расчет показателей санитарного состояния древостоев, в том числе по элементам леса (лесобразующим видам), которые приведены в таблице 2. По значениям интегрального

⁴ Правила санитарной безопасности в лесах: Утверждены постановлением правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 года № 2047. URL: <https://base.garant.ru/75037636>.

показателя ($K_{\text{ср. вэв.}}$) общее жизненное состояние древостоев в пределах тропы оценивается как ослабленное.

Состояние представленных в древостоях лесообразующих видов неравнозначно. Худшим состоянием отличается сосна сибирская кедровая (далее – кедр): $K_{\text{ср.}}$ по породе в выборках – 2,1 (соответствует градации ослабленных древостоев). Об этом свидетельствуют и параметры отпада (совокупность деревьев 4 и 5 категорий состояния), который накапливается из числа средних и крупных экземпляров ценопопуляции, при этом средний диаметр отпада близок к среднему диаметру кедрового элемента леса (табл. 2). Абсолютное доминирование кедра в составе (8 единиц) определило несколько худшее состояние всего древостоя на первом участке.

Наилучшей виталитетной структурой с преобладанием деревьев 1 и 2 категорий состояния (94,4%) характеризуется пихта, которая присутствует во втором ярусе под пологом березово-кедрового яруса на втором участке (табл. 2). Жизненные состояния древостоев березы и ели в среднем одинаковые ($K_{\text{ср.}}$ около 1,5–1,6 – незначительная ослабленность). Однако в пределах елового элемента леса отмечается отпад деревьев (3–6%) как из числа мелких, так и крупных экземпляров.

В целом степень нарушенности древостоев в пределах тропы является слабой. Такая нарушенность в большей степени относится к кедровому элементу леса; доля текущего древесного отпада (в нашем случае деревья 4-й категории состояния) по кедру ме-

Табл. 2

Показатели санитарного состояния древостоев

Порода	Распределение деревьев (площади поперечного сечения стволов на высоте 1,3 м) по категориям состояния, %					Средний диаметр деревьев, см		$K_{\text{ср.}}$	Формула состава древостоя	$K_{\text{ср. взв.}}$
	1	2	3	4	5	все	отпад			
Участок 1										
К	32,0	43,5	17,8	0	6,7	36,5	32,3	2,1	8К2ЕедБ	2,00
Е	46,8	35,0	12,0	0	6,2	24,0	28,1	1,8		
Б	50,0	50,0	0	0	0	16,0	—	1,5		
Участок 2										
Б	47,2	50,1	2,7	0	0	26,5	—	1,6	5Б2К2П1Е	1,63
К	60,5	11,4	3,0	6,8	18,3	26,6	23,1	2,1		
П	56,8	37,6	4,5	0	1,1	13,5	8,0	1,5		
Е	97,5	0	0	0	2,5	25,3	8,0	1,1		

Табл. 3

Показатели поврежденности поверхностных корней деревьев на тропе

Древесная порода (размер выборки)	Оголено корней, %		Травмировано корней, %	
	Среднее со стандартной ошибкой	Крайние варианты	Среднее со стандартной ошибкой	Крайние варианты
<i>Pinus sibirica</i> (n = 59)	35,86 ± 3,39	0–90	16,63 ± 2,00	0–60
<i>Abies sibirica</i> (n = 31)	20,97 ± 3,59	0–70	13,35 ± 2,34	0–50
<i>Picea obovata</i> (n = 26)	27,31 ± 4,00	0–80	9,08 ± 1,40	0–20
<i>Betula pendula</i> (n = 26)	35,42 ± 3,43	0–70	18,23 ± 2,24	0–40

Табл. 4

Корреляция состояния (индекса состояния) деревьев лесообразующих видов с их размерами и поврежденностью корней

Древесная порода (размер выборки)	Показатели деревьев		
	Диаметр на высоте 1,3 м	Доля оголенных корней	Доля травмированных корней
<i>Pinus sibirica</i> (n = 59)	–0,201* (>0,05)**	–0,128 (>0,05)	–0,027 (>0,05)
<i>Abies sibirica</i> (n = 31)	–0,586 (<0,05)	–0,316 (>0,05)	–0,312 (>0,05)
<i>Picea obovata</i> (n = 26)	–0,231 (>0,05)	–0,160 (>0,05)	–0,213 (>0,05)
<i>Betula pendula</i> (n = 26)	–0,344 (>0,05)	–0,161 (>0,05)	–0,133 (>0,05)

* – коэффициент корреляции Пирсона; ** – уровень значимости.

нее 10%. В числе других элементов леса текущий отпад не выявлен.

Видимые признаки интенсивного воздействия рекреации на древесные растения вследствие хронического выбивания напочвенного покрова и верхнего почвенного горизонта – повреждение верхнего слоя корневых систем. Доля оголенных и травмированных поверхностных корней у деревьев в проекции тропы варьирует от отсутствия признаков повреждения до 90 и 60% соответственно (табл. 3). Наибольшие средние показатели поврежденности корней выявлены у деревьев лесобразующих пород, доминирующих на обследованных участках: кедр и береза. Для деревьев пихты установлена значимая прямая связь диаметра ствола со степенью оголения ($R = 0,578 (<0,05)$) и травмирования ($R = 0,570 (<0,05)$) корней, что указывает на большую поврежденность поверхностных корней у более крупных деревьев. В то же время корреляционный анализ (табл. 4) показал значимую обратную связь индекса состояния деревьев пихты с их диаметром: более высокий жизненный статус у деревьев большего диаметра. По всем анализируемым лесобразующим породам не установлено значимой связи

состояния деревьев с показателями поврежденности поверхностных корней (табл. 4).

В результате детального обследования выявлены повреждения и болезни деревьев (преимущественно стволовой части). Их суммарная распространенность значительна, доля поврежденных (пораженных) деревьев по элементам леса: на кедре – 78% (в том числе случаи сочетанного повреждения (поражения) – 50%), на ели – 14% (5%), на пихте – 37%, березе – 27% (2%) (табл. 5). Таким образом, наибольшей фаутистичностью отличаются кедровые древостой.

Наиболее распространены на кедре травмы от околота (способ добычи орехов), сухобокость, стволовая гниль, которые отмечены у половины деревьев (табл. 5). Комплексное их присутствие (встречаемость в разных сочетаниях – 50%) заметно ослабляет деревья. Высокая распространенность стволовой гнили в кедровом древостое (возбудители не идентифицированы из-за отсутствия плодовых тел) – следствие субсенильного возрастного состояния деревьев и наличия многочисленных глубоких поранений стволов, являющихся «воротами» для проникновения ксилотрофных грибов.

Табл. 5

Показатели проявления повреждений, болезней на деревьях в пределах тропы

Повреждение, болезнь (с учетом сочетанного проявления)	Распространенность (P, %)		Индекс состояния (K _{ср.})
Pinus sibirica (2,1)*			
Травмы от околота	9,1		1,5
Сухобокость	4,4		1,0
Стволовая гниль	13,2		1,7
Облом вершины, суховершинность	1,9		3,0
Травмы от околота + сухобокость	14,3		1,9
Сухобокость + стволовая гниль	13,2		2,3
Травмы от околота + сухобокость + стволовая гниль	22,1		2,4
Всего	78,2		
Picea obovata (1,5)*			
Облом вершины	2,6		2,0
Сухобокость	6,5		2,0
Облом вершины + сухобокость	5,2		5,0
Всего	14,3		
Abies sibirica (1,5)*			
Сухобокость	21,6		1,1
Опухолевый рак на стволе	5,9	15,1	2,2
Опухолевый рак на ветвях, «ведьмина метла»	9,2		2,0
Всего	36,7		
Betula pendula (1,6)*			
Сухобокость	17,5		1,1
Комлевая гниль	2,3		2,0
Язвенный рак	4,6		1,0
Суховершинность + стволовая гниль	2,3		3,0
Всего	26,7		

* Средний индекс состояния элемента леса (по двум участкам).

У незначительной части деревьев кедра, ели и березы отмечаются повреждения ствола в области филло-сферы (распространенность не более 5%): облом вершины, суховершинность (табл. 5). При этом деревья с такими повреждениями, иногда в сочетании с другими фаутами (стволовая гниль, сухобокость), характеризуются наихудшим жизненным состоянием (сильно ослабленные – утратившие жизнеспособность). Не-обширные сухобокости, как результат механическо-го травмирования стволов, встречающиеся на мно-гих деревьях пихты и березы (распространенность 22 и 18% соответственно), не приводят к видимому их ослаблению ($K_{\text{ср.}}$ поврежденных деревьев – 1,1).

На пихте по специфическим признакам (опухол-и на стволах, ветвях, скопления укороченных недо-развитых побегов – «ведьмина метла») установле-но типичное для этой породы заболевание – опухо-левый рак (возбудитель – ржавчинный микромицет *Melampsorella elatina* (Alb. & Schwein. Arthur). Сум-марная распространенность (15%) указывает на на-личие очагов болезни; пораженные деревья относи-тельно общего состояния элемента леса ($K_{\text{ср.}}$ = 1,5) являются ослабленными ($K_{\text{ср.}}$ = 2,0–2,2) (табл. 5).

Заключение

Лесные насаждения на туристическом маршруте на гору «Малый Борус» подвержены многолетним ре-креационным нагрузкам. Это обусловило их нару-шенность (дигрессию), которая в пределах тропы до-стигает крайних стадий – IV–V.

Жизненное состояние древостоев (смешанные по составу) – ослабленное, визуально не отличается от состояния древостоев в фоновых насаждениях, не-тронутых интенсивной рекреационной нагрузкой. По среднему значению интегрального показателя ($K_{\text{ср.}}$) лесообразующие породы по мере ухудшения их жиз-ненного состояния расположились следующим обра-зом: ель, пихта ($K_{\text{ср.}}$ = 1,5 – без признаков ослабления), береза (1,6 – ослабленное), кедр (2,1 – ослабленное).

Наибольшая доля отпада в кедровом элементе леса, который включает деревья первых классов Крафта (доминирующего статуса). При минимальном присут-ствии текущего отпада (установлен только в кедро-вой части древостоя – <10%) степень нарушенности эдификаторов леса в пределах тропы можно считать слабой.

Степень оголения и травмирования поверхностных корней деревьев в проекции тропы до 90 и 60% соот-ветственно, у пихты – значимо возрастает с увеличе-нием размера деревьев. Значимой зависимости жиз-ненного состояния деревьев всех лесообразующих видов от поврежденности корней не установлено.

Распространенность деревьев с признаками повре-ждений, болезней (преимущественно стволов) по всем элементам леса превышает 10%; на кедре составляет 78%, в том числе случаи сочетанной фаутности – 50%. Комплексное (сочетанное) повреждение (поражение) оказывает ослабляющее воздействие на деревья. На пихте выявлен ржавчинный опухолевый рак (типич-ный для этой породы), который имеет очаговое рас-пространение, заметно ослабляет деревья этой породы.

Таким образом, состояние лесных насаждений в пределах туристического маршрута на гору «Малый Борус» относительно стабильное с признаками сла-бой нарушенности. В дальнейшем следует осуществ-лять систематический лесопатологический контроль состояния таких насаждений. Для предупреждения повышения фаутности и ухудшения жизненного со-стояния основного лесообразователя – сосны сибир-ской кедровой необходимо исключить незаконный промысел ореха.

Работа выполнена в рамках государственного за-дания Министерства науки и высшего образования РФ на выполнение коллективом научной лаборатории «Защита леса» проекта «Методологические основы оценки лесопатологических рисков в насаждениях юга Средней Сибири» (№ FEFE-2024-0016).

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Алдушина ТВ. Влияние рекреации на состоя-ние сосновых лесов Учебно-опытного лесхоза Брянского государственного инженерно-тех-нологического университета. Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. 2016;2(2):9-14.
2. Грязькин АВ, Кочкин АА, Петрик ВВ. Дина-мика состава растительности нижних ярусов в парковых фитоценозах. Известия высших учеб-ных заведений. Лесной журнал. 2017;6(360):46-55. DOI 10.17238/issn0536-1036.2017.6.46.
3. Данчева АВ, Залесов СВ. Влияние рекреации на состояние сосновых древостоев Казахско-го мелкосопочника. Аграрный вестник Урала. 2017;5(159):3.
4. Данчева АВ, Залесов СВ, Полторак КА. Сове-ременное состояние рекреационных березняков в городе Тюмень (на примере парка «Гилевская

- роща»). Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024;1(77):19-25.
5. Дымова ТВ, Чуйкова ЛЮ, Чуйков ЮС. Критерии устойчивости и оценка состояния растительности дельты р. Волги под влиянием антропогенного воздействия. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет»; 2011.
 6. Загидуллин РА. Оценка экологического состояния и повышение устойчивости лесопаркового зеленого пояса города Ульяновска. Актуальные исследования. 2022;35(114):10-5. URL: <https://apni.ru/article/4551-otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-i-povishe>.
 7. Зиновьева АЕ. К вопросу классификации экосистемных услуг. Известия АО РГО. 2020;1(56):5-13.
 8. Крутов ВИ, Синькевич СМ, Федорец НГ. Рекреационная дигрессия лесных экосистем Валаама и пути ее ограничения. Лесоведение. 2010;(4):34-42. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15120250>.
 9. Некипелова ЕФ, Петрик ВВ, Поташева ЮИ, Куприянова АГ. Влияние рекреационной нагрузки на состояние древесных насаждений лесопарка «Дружба» (г. Владимир). Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2015;5(347):100-10. DOI 10.17238/issn0536-1036.2015.5.100.
 10. Никитченко ЛА. Мониторинг рекреационного воздействия на пригородные леса города Воронеж. Лесотехнический журнал. 2012;4(8):167-71.
 11. Полякова ГА. Рекреация и деградация лесных биогеоценозов. Лесоведение. 1979;(3):70-80.
 12. Примаков НВ, Жовтобрюх МВ. Оценка устойчивости лесных экосистем Черноморского побережья. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023;(188):174-82.
 13. Прохорова НЛ, Русу ДП. Трансформация насаждений ООПТ парка «Северный лес» под влиянием антропогенного фактора. В кн.: Синтез науки и образования в решении экологических проблем современности: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню охраны окружающей среды, Воронеж, 03 июня 2022 года. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова; 2022. С. 171-9.
 14. Реуцкая ВВ, Гапоненко АВ. Воздействие рекреационных нагрузок на лесные экосистемы Усманского бора. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015;9(131):82-6.
 15. Рысин ЛП, Савельева ЛИ, Рысин СЛ. Мониторинг лесов на урбанизированных территориях. Экология. 2004;(4):243-8.
 16. Сивцов СА, Турчин ТЯ. Рекреационная дигрессия пойменных лесов музея-заповедника М.А. Шолохова. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015;11(133):70-6.
 17. Сомова ЕГ, Осипов СВ. Опыт оценки и мониторинга рекреационного воздействия на лесные экосистемы (на примере района Кравцовских водопадов). Сибирский лесной журнал. 2020;(1):16-27.
 18. Тарасов АИ. Экономика рекреационного лесопользования. М.: Наука; 1980.
 19. Татаринцев АИ, Кулакова НН. Санитарное состояние рекреационных сосняков в подтаежных лесах пригорода Красноярска. Биосфера 2023;15(4):349-57. DOI: 10.24855/biosfera.v15i4.865.
 20. Ширяева НВ, Скрипник ИА, Никифоров ДН. Санитарное состояние насаждений и мероприятия по их оздоровлению в зоне строительства объектов Олимпиады. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012;(200):241-52.
 21. Шугалей ЛС. Рекреационное воздействие на лесные биогеоценозы государственного природного заповедника «Столбы». Вестник КрасГАУ. 2017;(132):189-99.

Общий список литературы/References List

1. Aldushina TV. [The influence of recreation on the condition of pine forest of scientific-experimental forestry enterprise of Bryansk State Engineer-Technological University]. Vestnik Severo-Vostochnogo Federalnogo Universiteta imeni M.K. Ammosova Seriya Nauki o Zemle. 2016;2(2):9-14. (In Russ.)
2. Gryaz'kin AV, Kochkin AA, Petrik VV. [Dynamics of understory vegetation structure in park phytocenoses]. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy Lesnoy Zhurnal. 2017;6(360):46-55. DOI 10.17238/issn0536-1036.2017.6.46. (In Russ.)
3. Dancheva AV, Zalesov SV. [Influence of recreation loads on pine forests condition of Kazakh uplands]. Agrarnyy Vestnik Urala. 2017;5(159):3. (In Russ.)
4. Dancheva AV, Zalesov SV, Poltorak KA. [Current state of recreational birch stands in Tyumen (exemplified with the park 'Gilevskaya Roscha)]. Vestnik Izhevskoy Gosudarstvennoy Selskhozajstvennoy Akademii. 2024;1(77):19-25. (In Russ.)
5. Dymova TV, Chuykova LYu, Chuykov YuS. Kriterii Ustoychivosti I Otsenka Sostoyaniya Ras-

- titelnosti delty r. Volgi pod Vliyaniyem Antropogennogo Vozdeystviya. [Sustainability Criteria and the Assessment of Vegetation Condition of Volga River Delta under Anthropogenic Impact]. Astrakhan: Astrakhanskiy Universitet»; 2011. (In Russ.)
6. Zagidullin RA. [Assessment of ecological condition and increase of sustainability of forest-park green belt of Ulyanovsk]. Aktualnye Issledovaniya. 2022;35(114):10-5. URL: <https://apni.ru/article/4551-otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-i-povishe>. (In Russ.)
 7. Zinovyeva AYe. [On classification of ecosystem services]. Izvestiya AO RGO. 2020;1(56):5-13. (In Russ.)
 8. Krutov VI, Sinkevich SM, Fedorets NG. [Recreation-induced digression of forest ecosystems in Valaam and approaches to its mitigation]. Lesovedeniye. 2010;(4):34-42. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15120250>. (In Russ.)
 9. Nekipelova YeF, Petrik VV, Potasheva YuI, Kupriyanova AG. [The impact of recreational load on the state of the undergrowth of the main forest species in the forest park «Druzhba» in Vladimir]. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy Lesnoy Zhurnal. 2015;5(347):100-10. DOI 10.17238/issn0536-1036.2015.5.100. (In Russ.)
 10. Nikitchenko LA. [Monitoring of recreational impact on suburban woods of Voronezh]. Lesotekhnicheskii Zhurnal. 2012;4(8):167-71. (In Russ.)
 11. Polyakova GA. [Recreation and degradation of forest biogeocenoses]. Lesovedeniye. 1979;(3):70-80. (In Russ.)
 12. Primakov NV, Zhovtobryukh MV. [Assessment of the sustainability of forest ecosystems of the Black Sea coast]. Politematicheskii Setevoy Elektronnyy Nauchny Zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2023;(188):174-82. (In Russ.)
 13. Prokhorova NL, Rusu DP. [Transformation of plants of Severny Les park under the influence of the anthropogenic factor]. In: Sintez Nauki i Obrazovaniya v Reshenii Ekologicheskikh Problem Sovremennosti: Materialy Mezhdunarodnoy Nauchno-Prakticheskoy Konferentsii, Posviashchionnoy Vsemirnomu Dniu Okhrany Okruzhayushchey Sredy. Voronezh: Voronezhskiy Gosudarstvennyi Lesotekhnicheskii Universitet im. G.F. Morozova; 2022. P. 171-9. (In Russ.)
 14. Reutskaya VV, Gaponenko AV. [The influence of recreational impact on the forest ecosystems of the Usman pine forest]. Vestnik Altayskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2015;9(131):82-6. (In Russ.)
 15. Rysin LP, Savelyeva LI, Rysin SL. [Forest monitoring in urbanized areas]. Rus J Ecol. 2004;35(4):209-13.
 16. Sivtsov SA, Turchin TYa. [Recreational digression of floodplain forests of the National Sholokhov Museum-Reserve]. Vestnik Altayskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2015;11(133):70-6. (In Russ.)
 17. Somova EG, Osipov SV. [Experience in evaluating and monitoring the recreational impact on forest ecosystems (on the example of a coniferous-broad-leave forest surrounding Kravtsovskiy waterfalls)]. Sibirskiy Lesnoy Zhurnal. 2020;(1):16-27. (In Russ.)
 18. Tarasov AI. Ekonomika Rekreatcionnogo Lesopolzovaniya. [Economics of Recreational Forestry]. Moscow: Nauka; 1980. (In Russ.)
 19. Tatarintsev AI, Kulakova NN. [The sanitary condition of recreational pineries in sub-taiga forests of Krasnoyarsk suburbs]. Biosfera 2023;15(4):349-57. DOI: 10.24855/biosfera.v15i4.865. (In Russ.)
 20. Shiriayeva NV, Skripnik IA, Nikiforov DN. [Sanitary condition of forest stands and suggestions for its improvement in the construction zone of the Olympic Games 2014]. Izvestiya Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii. 2012;(200):241-52. (In Russ.)
 21. Shugaley LS. [Recreational impact on forest biocenoses of State Nature Reserve «Stolby»]. Vestnik KrasGAU. 2017;(132):189-99. (In Russ.)
 22. Cvetkovic M, Brankov J, Curcic N, Pavlovic S, Dobricic M, Tretiakova TN. Protected natural areas and ecotourism – priority strategies for future development in selected Serbian case studies. Sustainability. 2023;(15):15621. DOI: 10.3390/su152115621.
 23. Saklaurs M, Libiete Z, Donis J, Kitenberga M, Elferts D, Jurmalis E, Jansons A. Provision of ecosystem services in Riparian hemiboreal forest fixed-width buffers. Forests. 2022;(13):928. DOI: 10.3390/f13060928.
 24. Sisriany S, Furuya K. Understanding the spatial distribution of ecotourism in Indonesia and its relevance to the protected landscape. Land. 2024;(13):370. DOI: 10.3390/land13030370.
 25. Zhang X, Hu H, Wang X, Tian Q, Zhong X, Shen L. Plant community degradation inquiry and ecological restoration design in South Lake Scenic Area of China. Forests. 2023;(14):181. DOI: 10.3390/f14020181.