

7. *Gantimurova N.I.* Mikroflora pochv Zapadnoj Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1970. – S. 149–170.
8. *Haziev F.H.* Metody pochvennoj jenzimologii. – M.: Nauka, 2005. – 252 s.
9. *Prokushkin A.S., Kirdjanov S.G., Klimchenko A.V.* i dr. Dinamika zapasov ugleroda v severotaezhnyh listvenichnikah // Lesnye biogeocenozy boreal'noj zony: geografija, struktura, funkcii, dinamika. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2014. – S. 156–159.
10. *Bezkorovajnaja I.N., Tarasov P.A., Ivanova G.A.* i dr. Azotnyj fond peschanyh podzolov posle kontroliruemyh vyzhiganiy sosnjakov Srednej Sibiri // Pochvovedenie. – 2007. – № 6. – S. 775–783.
11. *Krasnoshhekov Ju.N., Sorokin N.D., Bezkorovajnaja I.N.* i dr. Geneticheskie osobennosti pochv severnoj tajgi Prienisejskoj Sibiri // Pochvovedenie. – 2001. – № 1. – S. 18–27.
12. *Gorbov S.N., Bezuglova O.S.* Biologicheskaja aktivnost' pochv gorodskih territorij (na primere g. Rostov-na-Donu) // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2013. – № 85. – S. 122–129.
13. *Voronin A.A., Protasova N.A., Bespalova N.S.* Dinamika fermentativnoj aktivnosti chernozema obyknovenogo v uslovijah polevogo stacionarnogo opyta federal'nogo poligona «Kamennaja step'» // Vestn. Voronezh. gos. un-ta. – Voronezh, 2006. – № 2. – S. 122–127.



УДК 630.114:574.4

Л.С. Шугалей

**РЕКРЕАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЕСНЫЕ БИОГЕОЦЕНОЗЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»**

L.S. Shugaley

**RECREATIONAL IMPACT ON NATURAL FOREST-STEPPE AND SOUTHERN TAIGA  
BIOGEOCENOSIS OF CENTRAL SIBERIAN STATE NATURE RESERVE 'STTOLBY'**

**Шугалей Л.С.** – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: soil-valentina@yandex.ru

**Shugaley L.S.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: soil-valentina@yandex.ru

*Проблема рекреационного использования лесов заключается в необходимости выделения лесных территорий для рекреации и разработки мероприятий по сохранению и повышению стабильности лесов. Цель исследования: дать эколого-биологическую оценку рекреационного воздействия на местные биogeоценозы государственного природного заповедника «Столбы». Исследования воздействия рекреации на лесные БГЦ проводятся на 4 пробных площадях туристско-рекреационной зоны. Пробные площадки включают тропы и прилегающие участки слева и справа от тропы. При проведении полевых и лабораторных исследований использовались общепринятые*

*методы. На пробных площадях была проведена морфотаксационная оценка древостоя измерительно-перечислительным методом. Подстильно-торфяной горизонт отбирался в пятикратной повторности при помощи квадратной рамки со стороной 20 см и интервалом 10 м. Фракционный и структурный состав органического горизонта подстилок определялся в лаборатории разделением колонкой сит 10, 5, 2 мм. Почвенные образцы отбирались на каждой пробной площадке в пятикратной повторности на глубинах 0–10, 10–20, 20–30 см. Структурный анализ почвы (сухое и мокрое просеивание) выполнялся по методу Саввинова, в пятикратной повторности.*

Биологическая активность почв оценивалась по целлюлозоразлагающей способности, определенной в лаборатории по общепринятой методике с продолжительностью разложения полотна в чашках Петри при температуре 28 °C и влажности 60 % от ПВ 4 недели. Образцы почвы для определения объемной массы отбирались на всех пробных площадях в пятикратной повторности. Актуальные свойства: содержание гумуса, почвенно-поглощающий комплекс, гидролитическая кислотность, водный и солевой Ph определялись автоматизированной системой спектроскопии. Установлено, что под влиянием рекреационных нагрузок трансформируется видовой состав травяно-яруса. Из травяно-кустарничкового яруса постепенно исчезают лесные и преобладающими становятся менее требовательные к условиям произрастания рудеральные виды. Использование лесных биogeоценозов под рекреацию приводит к трансформации травяно-кустарничкового яруса, уплотнению почвы, разрушению макроагрегатов, уменьшению порозности, снижению водопроницаемости, разрушению органогенного и аккумулятивного горизонтов и в целом отражается на состоянии древостоя.

**Ключевые слова:** рекреационные нагрузки, лесной биogeоценоз, древостой, травяно-кустарничковый ярус, почвенный покров.

*The problem of recreational use of the woods consists in the need of allocation of forest territories for recreation and development of actions for preservation and increase of woods stability. The research objective was to give ecological and biological assessment of recreational impact on local biogeocenoses of national natural park "Stolby". The researches of impact of recreation on forest BGTs were conducted on 4 trial squares of a tourist and recreational zone. The trial areas included tracks and adjacent sites at the left and to the right of the track. When carrying out field and laboratory researches the standard methods were used. On trial squares morphotaxation assessment of forest stand was used by measuring and enumerative method. Peat littering horizon was selected in fivefold frequency by means of square frame with the side of 20 cm and an interval of 10 m. Fractional and structural structure of organogenic laying hori-*

*zon was defined in the laboratory by division by a column site 10, 5, 2 mm. Soil samples were selected on each trial square in fivefold frequency at the depths of 0–10, 10–20, 20–30 cm. Structural analysis of the soil (dry and wet sifting) was carried out by Savvinov's method, in fivefold frequency. Biological activity of soils was estimated on cellulose-decomposing ability determined in laboratory by the standard technique with the duration of decomposition of a cloth in Petri's cups at the temperature of 28 °C and humidity of 60 % of PV for 4 weeks. The soil samples for determination of volume weight were selected on all trial squares in fivefold frequency. Actual properties: the maintenance of humus, soil absorbing complex, hydrolytic acidity, water and salt Ph were defined by automated system of spectroscopy. It was established that under the influence of recreational loadings specific structure of grass layer was transformed. From grass and shrub layer gradually disappear forest and ruderal types, less exacting to growth condition become prevailing. The use of forest biogeocenosis under recreation leads to transformation grass and shrub layer, consolidation of the soil, destruction of macrounits, porosity reduction, decrease in water penetration, destruction of organogenic and accumulative horizons and in general is reflected in the condition of forest stand.*

**Keywords:** recreational loadings, forest biogeocenosis, forest stand, grass and shrub layer, soil cover.

**Введение.** Лесные ценозы за время своего существования претерпевают разнообразные изменения, обусловленные сменой древостоев, их возрастной и пространственной структурой. Современные темпы освоения природных ресурсов, а следовательно, и степень воздействия человека на окружающую среду, требуют решения важнейших проблем охраны, рационального использования и воспроизводства биологических ресурсов.

Каждый природный комплекс обладает специфической структурой и характером взаимодействия между морфологическими единицами и по-разному реагирует на любые внешние воздействия, в том числе и на рекреационное использование, что является одним из проявлений антропогенеза. Развитие селитебных территорий и высокая концентрация населения в

отдельных промышленных регионах приводит к увеличению потребностей этого населения в так называемом загородном отдыхе.

Лесные территории обладают высоким потенциалом для реализации рекреационных потребностей. В то же время огромное социальное значение рекреационного лесопользования находится в противоречии с экологическим состоянием лесных массивов. Проблема рекреационного использования лесов заключается в необходимости выделения лесных территорий для рекреации и разработки мероприятий по сохранению и повышению стабильности лесов.

В России накоплен значительный опыт по организации отдыха в лесу [9, 11–13, 20, 23]. В настоящий период исследований по влиянию рекреационных нагрузок на экологическое состояние естественных экосистем сравнительно мало. Исследования влияния рекреации на лесные массивы проводились в 70–80-е гг. прошлого столетия на густонаселенных территориях: побережьях, курортах, парках и садах больших городов, а также в лесных биогеоценозах, расположенных близ городов и жилых поселков крупных предприятий [9, 20, 23]. Но несмотря на немногочисленность исследований в данной области, следует отметить некоторые современные работы в данном направлении. Так, А.Б. Лысиков [17], изучая влияние рекреации на сосняки и березняки Серебряноборского опытного лесничества, расположенного в ближайшем Подмосковье и в черте г. Москвы, показал, что под влиянием рекреационной нагрузки происходит деградация подстилочно-торфяного горизонта и нарушение почвенного покрова в хвойных и лиственных древостоях. На пикниковых площадках и пешеходных тропах отмечается значительное увеличение объемной массы почвы – важнейшего физического свойства. Уплотнение почвы под влиянием рекреации происходит во много раз быстрее, чем восстановление исходных значений объемного веса после прекращения нагрузки. Отмечено изменение под влиянием рекреации морфологии и структуры верхних почвенных горизонтов: так, мощность гумусово-аккумулятивного горизонта уменьшается более чем на 50 %. Под действием активного вытаптывания подстилочно-торфяного горизонта и уплотнения верхней части минерального слоя изменяются почвенно-

экологические условия для обитающих здесь видов растений и животных. В работе В.М. Иволина и И.В. Воскобонниковой [10], посвященной экологическому обоснованию рекреационной нагрузки в колхидских лиановых лесах, показано, что они являются местами концентрации реликтов и должны сохраняться. Но в настоящий период эти леса подвергаются чрезмерным рекреационным нагрузкам. Исследования влияния рекреационного использования естественных биогеоценозов в южной части Чулымо-Енисейской котловины показали, что растительный и почвенный покровы при воздействии отдыхающих подвержены вытаптыванию, и по состоянию основных компонентов БГЦ выделяется пять стадий дигрессии [21, 30].

В Сибири комплексные исследования по влиянию рекреации на лесные БГЦ в этот период проводились в новосибирском Академгородке [24], в зеленой зоне г. Красноярска, в сосняках и березняках Назаровской котловины [15, 31–33]. Оценка устойчивости и экологической емкости лесов осуществлялась на основе эколого-географических и стационарных исследований естественного состояния БГЦ в составе комплексной экспедиции Института леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО АН СССР под руководством д. с.-х. наук, проф. В.В. Протопопова [18, 19]. При исследовании влияния рекреации на экологическое состояние различных компонентов лесных БГЦ общепринятыми методами изучались фитоценозы – древесный и травянистый ярус, подстилочно-торфяной горизонт, почвы, их физические, химические, физико-химические и биологические свойства. Изучение состояния растительных ярусов и почвы осуществлялось общепринятыми методами. Особое внимание уделялось гумусному состоянию почв. Основоположник учения о роли органического вещества в почвообразовании и обеспечении биоты элементами питания И.В. Тюрин [28, 29] в своих работах показал, что в гумусе аккумулируются большие запасы питательных веществ, которые при минерализации отдельных компонентов органического вещества могут переходить в подвижное состояние и усваиваться растениями. Антропогенез оказывает негативное воздействие на эти процессы.

Использование показателей почвенного плодородия для установления границ перехода од-

ной стадии дигрессии БГЦ в другую не представляется возможным в связи с произрастанием лесов различных типов на почвах одного типа или лесов одного типа на почвах различной типовой принадлежности. Кроме того, решение этого вопроса усложняется довольно высокой пространственной изменчивостью физических, химических, физико-химических свойств почв.

Под влиянием рекреационных нагрузок трансформируется видовой состав травянистого покрова [15, 32]. Из травяно-кустарничкового яруса исчезают черника, брусника. Преобладающими видами становятся осока большехвостая, герань лесная, костяника каменная, клевер люпиновый, бубенчик, колокольчик сборный, грушанка круглолистная и др.

Проведенный сопряженный анализ почвенных условий и экологического состояния фитоценозов позволил установить, что в сосновых БГЦ границей устойчивости является III стадия, в березовых – II стадия дигрессии. Дальнейшее использование лесных массивов в рекреационных целях приводит к потере стабильности, БГЦ утрачивает способность к самовосстановлению, и восстановление древостоев возможно только искусственным способом [15].

**Цель исследования:** дать эколого-биологическую оценку рекреационного воздействия на местные биогеоценозы государственного природного заповедника «Столбы».

**Объекты и методы исследования.** По данным пресс-службы «Столбов», за год по пешеходной тропе в туристско-экскурсионном районе заповедника проходит приблизительно 200–400 тыс. человек. Из них половина посещают заповедник в августе – октябре. Меньше всего посещений туристов наблюдается в мае-июне, что объясняется угрозой клещевого энцефалита. Летом 2012 г. сотрудники заповедника зафиксировали рекордное число посетителей – 7 000 человек в день! Цифры впечатляющие.

В качестве лесообразующих пород в заповеднике выступает всего 7 видов: сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), пихта сибирская (*Abies sibirica* L.), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.), ель сибирская (*Picea obovata* L.), кедр сибирский (*Pinus sibirica* M.) и береза повислая (*Betula pendula* E.). В низкогорье повсюду распространены сосновые леса (41 % от всех дре-

весных пород на территории заповедника). Ель (7 %) тяготеет к речным долинам, всюду образуя смешанные насаждения. Абсолютное большинство березняков (4 %) низкогорья является производными с обязательной примесью сосны и лиственницы [6, 22].

Территория заповедника на 01.01.2016 г. составляет 47 219 га. Вся территория заповедника разделена на 3 зоны с разным режимом охраны.

Большая часть заповедника (90 % площади) – закрытая для посещения – зона полной заповедности, буферная и туристско-рекреационная. Исследования воздействия рекреации на лесные БГЦ проводятся на 4 пробных площадях туристско-рекреационной зоны. Пробные площади включают тропы и прилегающие участки слева и справа от тропы [24–26].

При проведении полевых и лабораторных исследований использовались общепринятые методы [1, 2, 5, 8]. На пробных площадях была проведена морфотаксационная оценка древостоя измерительно-перечислительным методом.

Подстильно-торфяной горизонт отбирался в пятикратной повторности при помощи квадратной рамки со стороной 20 см и интервалом 10 м. Фракционный и структурный состав органического горизонта подстилок определялся в лаборатории разделением колонкой сит 10, 5, 2 мм. Почвенные образцы отбирались на каждой пробной площади в пятикратной повторности на глубинах 0–10, 10–20, 20–30 см. Структурный анализ почвы (сухое и мокрое просеивание) выполнялся по методу Саввинова, в пятикратной повторности [2]. Биологическая активность почв оценивалась по целлюлозоразлагающей способности, определенной в лаборатории по общепринятой методике с продолжительностью разложения полотна в чашках Петри при температуре 28 °С и влажности 60 % от ПВ 4 недели.

Образцы почвы для определения объемной массы отбирались на всех пробных площадях в пятикратной повторности [1]. Актуальные свойства: содержание гумуса, почвенно-поглощающий комплекс, гидролитическая кислотность, водный и солевой Ph, – определялись автоматизированной системой спектроскопии [5].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Почвенный покров туристско-рекреационной зоны заповедника «Столбы» представлен серыми лесными почвами [3, 4, 16]. Генетическая принадлежность почв определялась по современной классификации почв России [14]. Профиль почв О-АУ-В-С. Органический и аккумулятивный горизонты хорошо развиты [14].

Как и все почвы заповедника, серые почвы здесь маломощны (менее 50 см) и сильно щеб-

нисты. Содержание углерода в аккумулятивном минеральном горизонте низкое: 1,3–0,07 %, емкость обмена почвенно-поглощающего комплекса – 15–17 мг. экв/100 г почвы. Почвы имеют pH водный – 5,2, солевой – 4,3–4,8. Гидролитическая кислотность высокая – 6–11 мг.экв/100 г и обусловлена формированием почв на определенных элементах рельефа, способствующего сильному увлажнению (табл. 1).

Таблица 1

**Актуальные свойства почв на тропах туристско-рекреационной зоны заповедника «Столбы»**

Глубина, см	Результаты испытаний						
	С, %	Обменные основания, мг-экв/100 г		Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г	pH/H <sub>2</sub> O	pH KCl	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г
		Кальций	Магний				
ПП 1							
0–10	1,19	16,07	6,89	23,28	5,68	4,62	13,29
10–20	1,26	17,22	6,94	19,95	5,66	4,70	14,41
20–30	0,33	6,96	3,58	24,53	6,89	5,24	3,06
ПП 2							
0–10	0,07	4,23	3,15	15,37	6,82	5,02	2,58
10–20	0,09	2,37	2,09	9,46	6,41	4,55	3,50
20–30	0,04	2,16	2,14	10,01	6,48	4,71	3,04
ПП 3							
0–10	0,39	4,46	3,62	14,64	6,20	4,69	6,33
10–20	0,14	2,08	2,58	12,56	6,53	4,90	3,35
20–30	0,03	0,08	1,68	9,32	6,74	5,09	2,80
ПП 4							
0–10	0,69	14,65	4,54	19,64	6,46	5,27	7,48
10–20	0,68	14,73	4,42	21,96	6,58	5,27	8,02
20–30	–	–	–	–	–	–	–

Гранулометрический состав почв унаследован преимущественно от материнской породы. В низкогорном поясе преобладающие почвообразующие породы элювиально-делювиальные желто-бурые тяжелые и средние суглинки, они и обуславливают гранулометрический состав почв заповедника.

Сухое просеивание почвы лесных массивов показало, что почвы, не затронутые антропогенным воздействием, имеют крупно, средне и мелкокомковатую структуру, на глыбистую фракцию > 10 мм приходится на пробных площадях (п.п.) 1, 2 и 3 – 64–17 %. Однако следует отметить, что содержание глыбистых фракций 64–45 % встречается редко и характерно для глы-

бины 20–30 см. На п.п. 4 содержание агрегатов >10 мм по всему профилю составляет 43–78 %. Коэффициент структурности в большинстве случаев низкий, что обусловлено тяжелым и средне-суглинистым гранулометрическим составом, наличием песчаных фракций и низким содержанием в почве углерода даже в горизонте АУ.

Определение водопрочности агрегатного состава серых почв показало слабую устойчивость всех фракций. При мокром просеивании сумма всех фракций < 0,25 мм составляет на п.п. 4 55–71 %, т. е. на наиболее ценные агрегаты от 10 до 0,25 мм приходится всего 30–40 %.

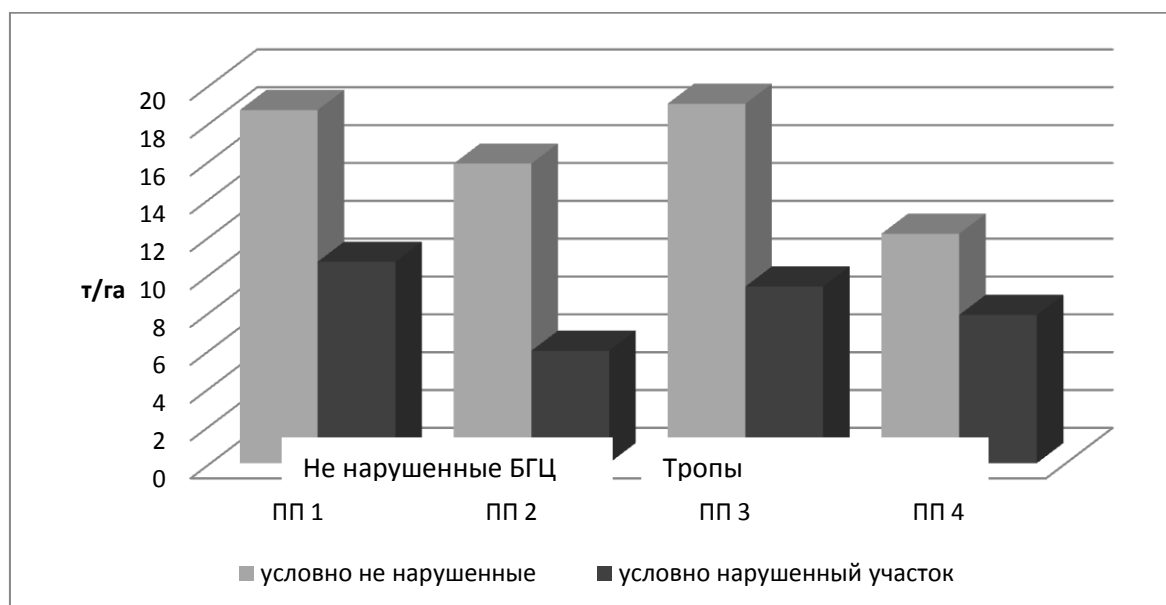
Влияние рекреации носит опосредованный характер и воздействует на БГЦ через угнетение

травяно-кустарничкового покрова, снижение мощности органогенного горизонта, изменения морфологического облика почвы, физических, химических свойств и биологической активности.

На тропах в первую очередь полностью уничтожается травянистый покров, частично или полностью удаляется органогенный горизонт и в зависимости от степени нагрузки начинает разрушаться гумусовый горизонт и органическое вещество почвы. Меняется видовой состав растений, появляются неестественные для леса рудеральные виды. Все это происходит постепенно с постоянным нарастанием. Одни негативные изменения влекут за собой последующие. Встает вопрос о сохранности естественной жизни леса.

Наибольшее влияние человека в заповеднике проявляется вблизи скал и на тропах, ведущих к ним. Это воздействие увеличивается в разы под воздействием сильно расчлененного рельефа, способствующего развитию склоново-эрозионных процессов.

В биогеоценозах на территории заповедника, не испытывающей рекреационной нагрузки, запасы подстилки составляют 12,12–18,99 т/га. Запасы подстилок на тропах колеблются от 5,94 до 10,64 т/га, что более чем в два раза ниже, чем на ненарушенных рекреацией БГЦ. Именно на тропах отмечено вытаптывание травы, гибель молодого подроста, повышение плотности подстильно-торфяного горизонта, что не позволяет подстилке восстановиться (рис.).



Запасы подстилок в туристско-экскурсионной зоне заповедника «Столбы»

Таким образом, влияние рекреации оказывает негативное влияние как на общие запасы травяно-кустарничкового яруса, так и на соотношение фракций, вплоть до полного уничтожения растительного покрова, что в дальнейшем ведет к нарушению естественного состояния лесного БГЦ и способствует сукцессионной смене растительности.

Рекреационные нагрузки оказывают существенное влияние на распределение мортмассы органогенного горизонта по поверхности, увеличивая пространственную гетерогенность [33].

Несмотря на максимальное вытаптывание, на главной тропе туристско-рекреационной зоны

подстильно-торфяной горизонт составляет 0,8–0,9 т/га, а в местах обильного скопления за счет перераспределения ветром достигает до 10 т/га. Максимум отмечен в понижениях, вблизи выхода корней сосны на поверхность, где мортмасса защищена от смыва водными потоками и выноса ветром. В ненарушенных биогеоценозах органогенный горизонт более стабилен и прикрыт травянистым покровом. Структура органогенного горизонта также меняется. Чем более закрыт подстильно-торфяной горизонт травяным покровом, тем медленнее идет формирование подгоризонтов, и БГЦ имеет «нормальное» строение органогенного горизон-

та. При снижении рекреации травянистый покров лучше функционирует и происходит восстановление органогенного горизонта.

Почвенный покров лесных биогеоценозов, затронутых рекреацией (тропы), несколько изменил структурное состояние. В целом агрегатная структура по-прежнему относится к крупно и средне-комковатой, количество мелких агрегатов осталось на прежнем уровне, но значительно уменьшилось (в 2–3 раза) содержание фракций > 10 и 10–5 мм в слоях 0–10 и 10–20 см, но в отдельных случаях увеличилось в слое 10–20 и 20–30 см.

Рекреация меняет не только напочвенный покров. Закономерно негативным изменениям подвергается минеральная часть почвы, особенно верхний аккумулятивный гумусовый слой, что в первую очередь проявляется на физических параметрах почвы – плотности, мощности гумусового горизонта, биологических свойствах.

На самых выраженных тропах плотность почвы увеличивается, что снижает способность

почв выполнять свои экологические функции (табл. 2). В целом на тропах наблюдается уплотнение в слое 0–10 см. Таким образом, увеличение рекреационной нагрузки на почвенный покров в заповеднике негативно сказывается на всех свойствах почв и проявляется в первую очередь на уплотнении почвенной массы. Такая почва деградирует и превращается в абсолютно безжизненное пространство, непригодное для существования ни растений, ни животных.

В настоящий период актуальные свойства серых почв на тропах характеризуются более высоким содержанием в аккумулятивных горизонтах углерода, повышенной емкостью обменных оснований и рН почвенного раствора, высокой гидролитической кислотностью. Такое увеличение химических параметров серых почв является следствием пониженного потребления химических элементов и обусловлено их слабым генетическим развитием травянистого яруса и втиранием в минеральный горизонт разрушенных остатков подстилки.

Таблица 2

**Объемная масса серых лесных почв туристско-рекреационной зоны заповедника «Столбы», г/м<sup>3</sup>**

Глубина, см	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4
Ненарушенные биогеоценозы				
0–10	0,72	0,93	1,07	0,69
10–20	1,05	0,98	1,27	0,97
20–30	1,17	1,08	1,39	1,19
Тропы				
0–10	0,72	1,14	1,26	1,10
10–20	1,05	0,99	1,19	1,38
20–30	–	1,04	1,29	–

Интенсивность разложения целлюлозы в почве обусловлена микробоценозами, жизнь которых определяет влажность, температура, аэрация, окислительно-восстановительные условия, реакция среды, наличие доступных соединений азота и др. Значительное снижение запасов подстильно-торфяного горизонта вызывается уменьшением поступления опада древостоев из-за неблагоприятных условий роста в предыдущие годы. И вслед за увеличением по-

ступления годового опада древостоев наблюдается и возрастание запасов подстильно-торфяного горизонта.

Интенсивность целлюлозоразложения в верхних слоях почвенного профиля – 27–54 % (табл. 3), с глубиной резко снижается и характеризуется высокой пространственной изменчивостью – в ненарушенных БГЦ на глубине 20–30 см коэффициент вариации (V) достигает 161–176 %.

## Целлюлозоразлагающая способность почв, %

Глубина, см	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4
Ненарушенные биогеоценозы				
0–10	33,76	26,64	44,26	53,83
10–20	38,88	26,58	33,22	6,45
20–30	4,51	11,89	2,13	24,80
Тропы				
0–10	33,39	7,44	8,54	51,07
10–20	3,51	9,70	4,10	–
20–30	13,75	2,30	–	–

Наиболее низкая интенсивность целлюлозоразлагающей способности почв отмечается на тропях. На сильно рекреационно нарушенной тропе 3 она снижается до 8,5 % при  $V = 72$  %. На средненарушенной тропе 1 сохранилась высокая активность целлюлозоразложения. Высокая целлюлозоразлагающая способность отмечена в слое 0–10 см на тропе 4 (51,07 % при  $V = 87$  %), что объясняется защищенностью отдельных участков почвы подстилкой.

**Выводы.** Изучение влияния рекреационных воздействий на лесные биогеоценозы Государственного заповедника «Столбы» показало, что несмотря на то, что территория рекреационной зоны заповедника используется ограниченно, запрещено разжигать костры, устраивать длительные стоянки, пикники, так как все компоненты лесных биогеоценозов подвергаются нагрузкам, которые они не в состоянии перенести. Участков с высокой степенью деградации БГЦ, кроме троп, не выявлено. Но исследование только троп на четырех пробных площадях туристско-рекреационной зоны показали, что страдает травяно-кустарничковый ярус, органический и аккумулятивный горизонты, почвы и, конечно же, древостой. Простое хождение по лесу – уже рекреационное воздействие на его жизнь. И исследования по влиянию рекреации на жизнь леса должны быть продолжены.

## Литература

1. Агрофизические методы исследования почв. – М.: Наука, 1966. – С. 72–122.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
3. Бажкова Е.В., Воронов Г.И., Гришаева О.Н. Экологические условия почвообразования и классификация почв заповедника «Столбы» // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: Изд-во КНИИГиМС, 2016. – С. 97–103.
4. Бажкова Е.В. Особенности почвообразования на территории заповедника «Столбы» // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель. – Томск: Изд-во ВТГУ, 2002. – С. 217–220.
5. Борцов В.С. Использование автоматизированной аналитической системы на основе отражательной спектроскопии в исследовании агроценозов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2009. – 26 с.
6. Буторина Т.Н. К характеристике лесорастительных условий Государственного заповедника «Столбы» // Тр. Государственного заповедника «Столбы». – Красноярск, 1961. – С. 247–282.
7. Буторина Т.Н. Характеристика лесообразующих пород и экологический анализ живого покрова лесов заповедника «Столбы» // Тр. Государственного заповедника «Столбы». – Красноярск, 1966. – Вып. 5. – С. 5–71.
8. Ведрова Э.Ф., Стаканов В.Д., Чупрова В.В. и др. Лесные экосистемы Енисейского меридиана. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2022. – С. 274–287.
9. Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 67 с.
10. Ивонин В.М., Воскобойникова В.М. Экологическое обоснование рекреационной нагрузки в колхидских лиановых лесах // Лесоведение. – 2008. – № 4. – С. 3–9.



11. Казанская Н.С., Каламкарлова О.А. Опыт изучения изменения лесов под влиянием рекреационного использования // Географические проблемы организации туризма и отдыха / Ин-т географии АН СССР. – М., 1975. – С. 60–68.
12. Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР, Сер. геогр. – 1972. – № 1. – С. 52–59.
13. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.
14. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И. и др. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
15. Кузьмина Г.А. исследования в рекреационных лесах зеленой зоны Красноярска // Гидроклиматическое влияние леса. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 124–138.
16. Коляго С.А. Почвы Красноярского государственного заповедника «Столбы» // Тр. Государственного заповедника «Столбы». – Красноярск, 1961. – С. 199–247.
17. Лысиков А.Б. Изменение плотности лесных почв при рекреации // Лесоведение. – 2008. – № 4. – С. 44–49.
18. Практические рекомендации по рекреационному использованию лесов западной части КАТЭКа. – Красноярск: Изд-во ИЛИД, 1987. – 48 с.
19. Протопопов В.В. Перспективы использования защитных функций лесов в зоне КАТЭКа // Защитная роль лесов Сибири. – Красноярск: Изд-во ИЛИД, 1980. – С. 3–12.
20. Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – 128 с.
21. Рудакова Г.Д., Зоркина Т.М. Эколого-биологическая характеристика рекреационной зоны озера Тус // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 4. – С. 41–47.
22. Герасимов И.П. Средняя Сибирь. – М.: Наука, 1964. – 479 с.
23. Современные проблемы рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1985. – 230 с.
24. Сорокин А.А. Влияние рекреационных нагрузок на лесные биогеоценозы // Экологические альтернативы в сельском и лесном хозяйстве: сб. науч. ст. аспирантов и магистров. Вып. 3 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – С. 106–112.
25. Сорокин А.А., Стыцук А.В. Экологическое состояние древостоев и формирование подстилочно-торфяного горизонта в лесных экосистемах заповедника «Столбы» // Экологические альтернативы в сельском и лесном хозяйстве: сб. науч. ст. аспирантов и магистров. Вып. 3 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – С. 122–128.
26. Сорокин А.А. Экологическое состояние основных компонентов лесных биогеоценозов заповедника «Столбы» // Почвенно-экологические процессы в естественных и антропогенно-преобразованных ландшафтах Сибири и дальнего Востока // Гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – С. 170–173.
27. Таран И.В., Спиридонов В.Н. Устойчивость рекреационных лесов. – Новосибирск: наука, СО, 1977. – 179 с.
28. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в почвообразовании и плодородии. – М., 1937. – 285 с.
29. Тюрин И.В. Вопросы генезиса и плодородия почв. – М.: Наука, 1966. – 288 с.
30. Чупрова В.В. Рудакова Г.Д. Влияние рекреации на почвы в приозерной зоне Чулымско-Енисейской котловины // Почвы Сибири. Особенности функционирования и использования. – Красноярск, 2012. – № 4. – С. 78–89.
31. Шугалей Л.С., Дмитриенко В.К. Влияние рекреационных нагрузок на биологическую активность почв сосняков // Экологич. – 1982. – № 4. – С. 32–37.
32. Шугалей Л.С., Кузьмина Г.П. Последствия рекреационного использования лесов на территории КАТЭКа // Географические условия создания Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса. – Иркутск, 1979. – С. 71–79.
33. Шугалей Л.С. Антропогенез лесных почв юга средней Сибири. – Новосибирск: Наука, 1991. – 184 с.

**Literatura**

1. Agrofizicheskie metody issledovanija pochv. – M.: Nauka, 1966. – S. 72–122.
2. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.
3. Bazhkova E.V., Voronov G.I., Grishaeva O.N. Jekologicheskie uslovija pochvoobrazovanija i klassifikacija pochv zapovednika «Stolby» // Problemy ispol'zovanija i ohrany prirodnyh resursov Central'noj Sibiri. – Krasnojarsk: Izd-vo KNIIGiMS, 2016. – S. 97–103.
4. Bazhkova E.V. Osobennosti pochvoobrazovanija na territorii zapovednika «Stolby» // Geojekologicheskie problemy pochvovedenija i ocenki zemel'. – Tomsk: TGU, 2002. – S. 217–220.
5. Borcov V.S. Ispol'zovanie avtomatizirovannoj analiticheskoj sistemy na osnove otrazhatel'noj spektroskopii v issledovanii agrocenozov: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Krasnojarsk, 2009. – 26 s.
6. Butorina T.N. K karakteristike lesorastitel'nyh uslovij Gosudarstvennogo zapovednika «Stolby» // Trudy Gosudarstvennogo zapovednika «Stolby». – Krasnojarsk, 1961. – S. 247–282.
7. Butorina T.N. Charakteristika lesoobrazujushhih porod i jekologicheskij analiz zhivogo pokrova lesov zapovednika «Stolby» // Trudy gosudarstvennogo zapovednika «Stolby». – Krasnojarsk, 1966. – Vyp. 5. – S. 5–71.
8. Vedrova Je.F., Stakanov V.D., Chuprova V.V. i dr. Lesnye jekosistemy Enisejskogo meridiana. – Novosibirsk: Izd.-vo SO RAN, 2022. – S. 274–287.
9. Vlijanie massovogo turizma na biocenozy lesa. – M.: MGU, 1978. – 67 s.
10. Ivonin V.M., Voskoboynikova V.M. Jekologicheskoe obosnovanie rekreacionnoj nagruzki v kolhidskih lianovyh lesah // Lesovedenie. – 2008. – № 4. – S. 3–9.
11. Kazanskaja N.S., Kalamkarova O.A. Opyt izuchenija izmenenija lesov pod vlijaniem rekreacionnogo ispol'zovanija // Geograficheskie problemy organizacii turizma i otdyha / In-t geografii AN SSSR. – M., 1975. – S. 60–68.
12. Kazanskaja N.S. Izuchenie rekreacionnoj digressii estestvennyh gruppirovok rastitel'nosti // Izv. AN SSSR, Ser. geogr. – 1972. – № 1. – S. 52–59.
13. Kazanskaja N.S., Lanina V.V., Marfenin N.N. Rekreacionnye lesa. – M.: Lesnaja promyshlennost', 1977. – 96 s.
14. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I. i dr. Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Ojkumena, 2004. – 342 s.
15. Kuz'mina G.A. issledovanija v rekreacionnyh lesah zelenoj zony Krasnojarska // Hidroklimaticeskoe vlijanie lesa. – Novosibirsk: Nauka, 1979. – S. 124–138.
16. Koljago S.A. Pochvy Krasnojarskogo gosudarstvennogo zapovednika «Stolby» // Tr. Gosudarstvennogo zapovednika «Stolby». – Krasnojarsk, 1961. – S. 199–247.
17. Lysikov A.B. Izmenenie plotnosti lesnyh pochv pri rekreacii // Lesovedenie. – 2008. – № 4. – S. 44–49.
18. Prakticheskie rekomendacii po rekreacionnomu ispol'zovaniju lesov zapadnoj chasti KATJeKa. – Krasnojarsk: Izd-vo ILiD, 1987. – 48 s.
19. Protopopov V.V. Perspektivy ispol'zovanija zashhitnyh funkcij lesov v zone KATJeKa // Zashhitnaja rol' lesov Sibiri. – Krasnojarsk: Izd-vo ILiD, 1980. – S. 3–12.
20. Rekreacionnoe lesopol'zovanie v SSSR. – M.: Nauka, 1983. – 128 s.
21. Rudakova G.D., Zorkina T.M. Jekologobologicheskaja karakteristika rekreacionnoj zony ozera Tus // Vestn. KrasGAU. – 2010. – № 4. – S. 41–47.
22. Gerasimov I.P. Srednjaja Sibir'. – M.: Nauka, 1964. – 479 s.
23. Sovremennye problemy rekreacionnogo lesopol'zovanija. – M.: nauka, 1985. – 230 s.
24. Sorokin A.A. Vlijanie rekreacionnyh nagruzok na lesnye biogeocenozy // Jekologicheskie al'ternativy v sel'skom i lesnom hozjajstve: sb. nauch. st. aspirantov i magistr. Vyp. 3 / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2013. – S. 106–112.
25. Sorokin A.A., Stycjuk A.V. Jekologicheskoe sostojanie drevostoev i formirovanie podstilochno-torfjanogo gorizonta v lesnyh jekosistemah zapovednika «Stoly» // Jekologicheskie al'ternativy v sel'skom i

- lesnom hozjajstve: sb. nauch. st. aspirantov i magistr. Vyp. 3 / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2014. – S. 122–128.
26. Sorokin A.A. Jekologicheskoe sostojanie osnovnyh komponentov lesnyh biogeocenzov zapovednika «Stolby» // Pochvenno-jekologicheskie processy v estestvennyh i antropogenno-preobrazovannyh landshaftah Sibiri i dal'nego Vostoka // Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2014. – S. 170–173.
27. Taran I.V., Spiridonov V.N. Ustojchivost' rekreacionnyh lesov. – Novosibirsk: Nauka, 1977. – 179 s.
28. Tjurin I.V. Organicheskoe veshhestvo pochvy i ego rol' v pochvoobrazovanii i plodorodii. – M., 1937. – 285 s.
29. Tjurin I.V. Voprosy genezisa i plodorodija pochv. – M.: Nauka, 1966. – 288 s.
30. Chuprova V.V. Rudakova G.D. Vlijanie rekreacii na pochvy v priozernej zone Chulymo-Enisejskoj kotloviny // Pochvy Sibiri. Osobennosti funkcionirovanija i ispol'zovanija. – Krasnojarsk, 2012. – № 4. – S. 78–89.
31. Shugalej L.S., dmitrienko V.K. Vlijanie rekreacionnyh nagruzok na biologicheskiju aktivnost' pochv sosnjakov // Jekologich. – 1982. – № 4. – S. 32–37.
32. Shugalej L.S., Kuz'mina G.P. Posledstvija rekreacionnogo ispol'zovanija lesov na territorii KATJeKa // Geograficheskie uslovija sozdanija Kansko-Achinskogo toplivno-jenergeticheskogo kompleksa. – Irkutsk, 1979. – S. 71–79.
33. Shugalej L.S. Antropogenez lesnyh pochv juga srednej Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1991. – 184 s.

