



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 1. С. 111–117
Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2024, vol. 24, iss. 1, pp. 111–117
<https://ichbe.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-1-111-117>, EDN: YESMMV

Научная статья
УДК 574.45 + 574.47



Влияние рекреации на радиальный прирост сосны обыкновенной

В. С. Симоненков¹, В. А. Симоненкова²✉, С. Р. Гилязиева¹, Р. Г. Калякина², Е. М. Ангальт²

¹Оренбургский государственный университет, Россия, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13

²Оренбургский государственный аграрный университет, Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18

Симоненков Владислав Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры физического воспитания, simonenkov67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6331-5817>

Симоненкова Виктория Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, simon_vik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2897-8778>

Гилязиева Светлана Рашитовна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физического воспитания, gecean@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3337-1858>

Калякина Раиля Губайдулловна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, kalyakina_railya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8892-0669>

Ангальт Елена Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, elenaangalt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8401-8288>

Аннотация. Рассматриваются стадии рекреационной дигрессии различных биогеоценозов в Широковском участковом лесничестве Национального парка «Бузулукский бор» и особенности радиального прироста сосны обыкновенной как доминантного древостоя. Целью работы был сравнительный анализ реакции деревьев сосны обыкновенной в зоне активной рекреации и на ненарушенных участках. Отмечалось наличие или отсутствие подроста, подлеска, определялось проективное покрытие и преобладание растений-индикаторов. На временных пробных площадях проводился подеревный пересчет с выведением усредненных данных. С помощью тепловизора Flir i7 определялось наличие или отсутствие, а также локализация стволовых и корневых гнилей сосны от губки. Отмечено уменьшение общего проективного покрытия живого напочвенного покрова и количества лесных видов, увеличение количества злаковых видов по мере увеличения рекреационной дигрессии. С усилением рекреации исчезает подрост и подлесок. Отмечено, что с увеличением стадий дигрессии появляется однообразность видового состава подлеска, снижается плотность и высота лесной подстилки, увеличивается количество деревьев, зараженных гнилями и заселенных стволовыми вредителями (черный сосновый усач, сосновые лубоеды, шестизубый короед, вершинный короед). Изменения всех компонентов биогеоценоза приводят к потере устойчивости лесного фитоценоза в целом. Даже простое пребывание большого количества людей в лесу приводит к деградации растительных сообществ.
Ключевые слова: рекреация, рекреационная дигрессия, проективное покрытие, радиальный прирост, сосна обыкновенная, тепловизор

Для цитирования: Симоненков В. С., Симоненкова В. А., Гилязиева С. Р., Калякина Р. Г., Ангальт Е. М. Влияние рекреации на радиальный прирост сосны обыкновенной // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 1. С. 111–117. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-1-111-117>, EDN: YESMMV

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Influence of recreation on radial growth of the common pine tree

V. S. Simonenkov¹, V. A. Simonenkova²✉, S. R. Gilazieva¹, R. G. Kalyakina², E. M. Anhalt²

¹Orenburg State University, 13 Pobeda Ave., Orenburg 460018, Russia

²Orenburg State Agrarian University, 18 Chelyuskintsev St., Orenburg 460014, Russia

Vladislav S. Simonenkov, simonenkov67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6331-5817>

Victoria A. Simonenkova, simon_vik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2897-8778>

Svetlana R. Gilazieva, gecean@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3337-1858>

Railya G. Kalyakina, kalyakina_railya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8892-0669>

Elena M. Anhalt, elenaangalt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8401-8288>



Abstract. The article deals with the stages of recreational digression of different biogeocenoses in the Shirokovsky district forestry of the National Park "Buzuluksky Bor" and the peculiarities of radial growth of the common pine as a dominant stand. The aim of the work was to analyze the comparative response of the common pine trees in the zone of active recreation and in undisturbed areas. The presence or absence of undergrowth, understorey, projective cover and dominance of indicator plants were noted. Sub-tree enumeration with averaged data was carried out on temporary sample plots. Using a Flir i7 thermal imager, the presence or absence and localization of stem and root rots of pine from sponges were determined. A decrease in the total projective cover of the living ground cover and the number of forest species was observed, with an increase in the number of cereal species as recreational digression increased. As recreation intensifies, undergrowth and understorey disappears. It was noted that with increasing stages of digression the monotony of undergrowth species composition appears, the density and height of forest litter decreases, the number of trees infected with rots and infested with stem pests (black pine moustache, pine bark beetles, six-toothed bark beetle, apex bark beetle) increases. Changes in all components of biogeocenosis lead to loss of stability of forest phytocenosis as a whole. Even a simple stay of a large number of people in the forest leads to degradation of plant communities.

Keywords: recreation, recreational digression, projective cover, radial growth, common pine, thermal imager

For citation: Simonenkov V. S., Simonenkova V. A., Gilazieva S. R., Kalyakina R. G., Anhalt E. M. Influence of recreation on radial growth of the common pine tree. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2024, vol. 24, iss. 1, pp. 111–117 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-1-111-117>, EDN: YESMMV

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

В формировании радиального прироста стволовой древесины древесных растений принимают участие геномный состав каждого растения и комплекс абиотических факторов, которые, в свою очередь, не влияют на реальную изменчивость прироста [1, 2]. Лесной фитоценоз, а именно проявляемая в нем конкуренция, влияет прямо и косвенно на значения радиального прироста. Малейшие изменения в абиотической среде могут оказать воздействие на ширину годичного кольца, процентное соотношение ранней и поздней древесины. Особенно сильно на радиальный прирост влияют возраст дерева, динамика гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова (ГТК) вегетационного периода, температура и ее отклонения от средней многолетней, влажность воздуха, солнечная активность [3]. Изменчивость радиального прироста под воздействием данных факторов лежит в основе дендрохронологических и дендроклиматических исследований [4]. Часто в лесных массивах особо охраняемых природных территорий вне экологических троп отсутствует оборудованная дорожно-тропиночная сеть, особенно вблизи населенных пунктов. Население, туристы натаптывают свои дорожки, где происходит уплотнение и нарушение обменных процессов в почвах [5–9]. На уплотненных почвах значительно снижается дыхательный коэффициент, возрастает интенсивность дыхания почв с повышением их влажности [10]. Также уплотнение поверхности почвы в корнеобитаемом слое приводит к анаэробным условиям, особенно в периоды сильного увлажнения и

глубокого промерзания почвы [6]. Если рекреационная нагрузка избыточна, то это может привести к уничтожению подстилки и почвенного покрова, подлеска, подроста и кустарникового ярусов [11]. В результате уплотнения почвы возможно повреждение или угнетение корневых систем древесных растений, что ведет к изреживанию крон, суховершинности, резкому падению годичного прироста и массовому усыханию деревьев [12], к появлению инвазии насекомых-вредителей и возбудителей заболеваний, к уменьшению устойчивости, особенно к абиотическим факторам [13, 14,]. Уплотнение почвы ухудшает условия водно-минерального питания дерева, что сильно отражается на его росте, снижается прирост по высоте и диаметру. Известно, что реакция древостоя на рекреационное воздействие проявляется позднее, чем других ярусов растительности [15, 16]. При рекреационных нагрузках больших стадий рекреационной дигрессии наблюдается снижение радиального прироста деревьев [17, 18]. С увеличением рекреационной нагрузки изменяется возрастная структура древостоев, происходит смещение возрастной структуры в сторону молодых [19, 20].

Материалы и методы

Исследование было проведено в период с 30 июня по 2 июля 2023 г., включало сравнительный анализ реакции деревьев сосны обыкновенной в зоне активной рекреации и на ненарушенных участках. Степень рекреационной нагрузки определялась пятью стадиями рекреационной дигрессии, которые



соответствуют различным этапам трансформаций биоценозов [15, 21, 22]. Отмечалось наличие или отсутствие подроста, подлеска, определялось проективное покрытие и преобладание растений-индикаторов. Временные пробные площади (8 штук) были заложены на территории Широковского участкового лесничества Национального парка «Бузулукский бор», в каждой из них проводился подеревный пересчет с выведением усредненных данных. ВПП №1 – кв. 76, ВПП №2 – кв. 77. Зона средней рекреации. ВПП №3 – кв. 45, ВПП № 4 – кв. 52. Зона сильной рекреации. ВПП № 5 – кв. 74, ВПП № 6 – кв. 89. Зона умеренной рекреации. ВПП № 7 – кв. 90, ВПП № 8 – кв. 91.

Зона особо охраняемая, отсутствие рекреации. С помощью тепловизора Flir i7 определялось наличие или отсутствие, а также локализация стволовых и корневых гнилей сосны от губки.

Результаты и их обсуждение

Временные пробные площади (ВПП) 1 и 2. Сосняк травяно-мшистый (СТМ). Хозяйственная зона Национального парка. Зона средней рекреации. Очаг корневой губки слабой степени. Возраст 40 лет. Полнота 0,5. Подлесок – вяз гладкий, дуб черешчатый, клен ясенелистный, подрост – сосна обыкновенная – редко (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Характеристика биогеоценоза (средние данные)
Characterization of biogeocenosis (average data)

№ ВПП / No. temporary sample area	Высота, м / Height, m	Диаметр, см / Diameter, cm	Освещенность, тыс. лк / Illumination, th. lux	Температура поверхности почвы, °С / Soil surface temperature, °C	Проективное покрытие, % / Projective coverage, %	Рекреационная дигрессия, стадия / Recreational digression, stage
1	21	18	370	23,5	60	III
2	18	16	487	24,5	65	III
3	17	19	1000	30,4	45	IV
4	19	27	450	26	35	IV
5	14	22	796	18,7	70	II
6	17	21	248	21,6	75	II
7	21	16	720	24,8	90	I
8	24	14	94	19,7	95	I

На ВПП 1 и 2 обнаружен очаг корневой губки, вызываемой грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Локализация гнили показана на рис. 1.

Временные пробные площади 3 и 4. Сосняк лишайниково-мшистый (СЛМ). Хозяйственная зона Национального парка. Зона сильной рекреации – вблизи поселка Елшанский. Очаг корневой и стволовой губки сильной степени. Возраст 50 лет. Полнота 0,4. Подрост – единично сосна обыкновенная. Подлесок отсутствует (см. табл. 1).

На ВПП 3 и 4 обнаружен очаг корневой губки, вызываемой грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., и стволовой губки *Phellinus pini* (Fr.) Pil. Локализация гнили показана на рис. 2.

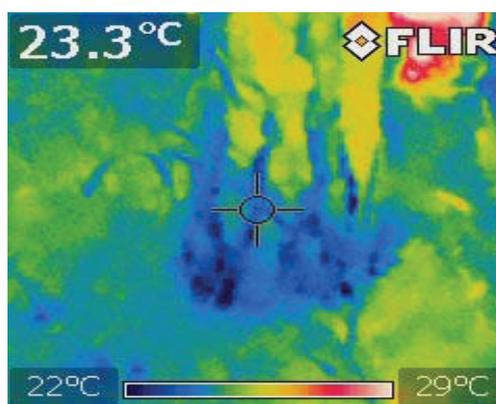


Рис. 1. Расположение корневой гнили в стволе сосны обыкновенной в сосняке травяно-мшистом (ВПП №1) (цвет онлайн)

Fig. 1. Location of root rot in the trunk of common pine in the grass-mossy pine forest (temporary sample area No.1) (color online)

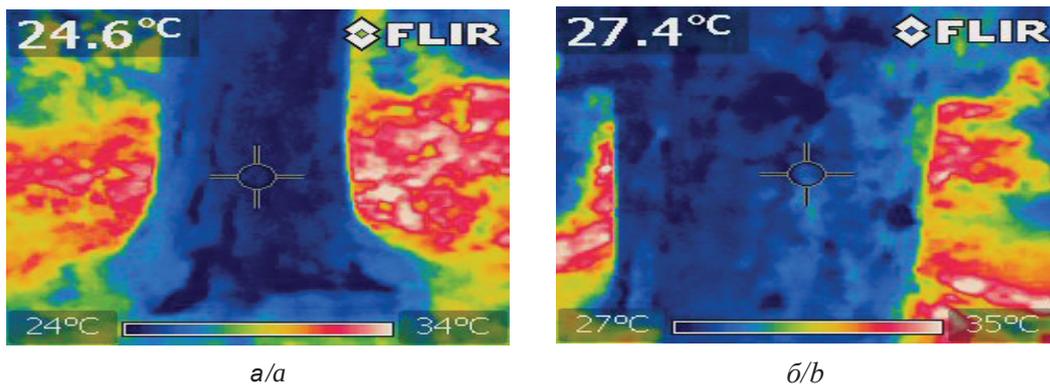


Рис. 2. Расположение гнилей сосны обыкновенной в сосняке лишайниково-мшистом (ВПП № 4):
a – в стволе; *б* – в корнях (цвет онлайн)
 Fig. 2. Location of rots of common pine in lichen-mossy pine forest (temporary sample area No. 4):
a – in trunk; *b* – in roots (color online)

Временные пробные площади 5 и 6. Сосняк ложно-травяной (СЛТ). Зона умеренной рекреации, Рекреационная зона Национального парка. Возраст 55 лет. Полнота 0,1. Подлесок береза бородавчатая, жимолость татарская, крушина ломкая, черемуха обыкновенная, подрост – сосна обыкновенная (см. табл. 1).

Временные пробные площади 7 и 8. Сосняк ложно-травяной (СЛТ). Зона отсутствия рекреации. Возраст 40 лет. Полнота 0,7. Подлесок

– вяз гладкий, черемуха обыкновенная, клен татарский, яблоня лесная, бересклет бородавчатый. Подрост – сосна обыкновенная, обилен (см. табл. 1).

Наименьший средний радиальный прирост наблюдается в сосняке лишайниково-мшистом, где стадия рекреационной дигрессии составляет IV, наибольший – в сосняке ложно-травяном, где рекреационная дигрессия I или II стадии (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Радиальный прирост сосны обыкновенной при различных стадиях рекреационной дигрессии
Radial growth of common pine at different stages of recreational digression

№ ВПП / No. temporary sample area	Диаметр, см / Diameter, cm	Возраст, лет / Age, years	Прирост за 5 лет в среднем, мм / Growth over 5 years on average, mm	Прирост за последние 5 лет, мм / Increase over the last 5 years, mm	Средний прирост, мм / Average growth, mm	Рекреационная дигрессия, стадия / Recreational digression, stage
1 СТМ / MGPF	17,5	40	3,31±0,09	2,84±0,02	3,08±0,01	III
2 СТМ / MGPF	15,8	30	3,12±0,07	4,0±0,05	3,56±0,01	III
3 СЛМ / LMPF	18,6	50	2,11±0,08	1,61±0,01	1,86±0,02	IV
4 СЛМ / LMPF	26,5	50	1,68±0,02	3,25±0,03	2,47±0,02	IV
5 СЛТ / FGPF	21,7	55	5,25±0,10	2,03±0,01	3,64±0,01	II
6 СЛТ / FGPF	21,0	55	4,95±0,09	3,98±0,04	4,47±0,01	II
7 СЛТ / FGPF	15,4	40	5,24±0,12	3,9±0,04	4,57±0,02	I
8 СЛТ / FGPF	13,5	40	4,31±0,11	3,31±0,03	3,81±0,01	I



Наиболее тяжелые условия для развития и возобновления сосны имеются в тех участках, которые подвержены сильной рекреации. Стволы сосен корявы, часто искривлены, плохо очищены от сучьев. В окнах имеется редкий и обычно чахлый подрост, естественное возобновление идет очень медленно. Под-

лесок или не развит, или отсутствует. Есть признаки заражения заболеваниями, особенно гнилевыми. Сосны часто заселены черным сосновым усачом *Monochamus galloprovincialis* Oliv. Живой напочвенный покров сильно поврежден, вытоптан, местами отсутствует (рис. 3).

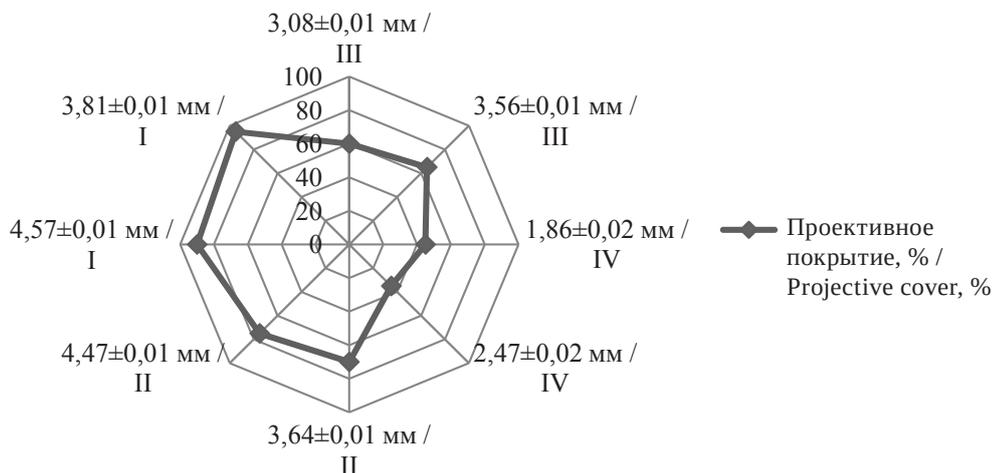


Рис. 3. Средний радиальный прирост сосны обыкновенной и проективное покрытие в зависимости от стадий рекреационной дигрессии

Fig. 3. Average radial growth of common pine and projective cover depending on the stages of recreational digression

На участках, где рекреация умеренная или отсутствует, условия для развития сосны значительно лучше. Самосев сосны, появляющийся в большом количестве, но под сомкнутым пологом гибнет и сохраняется лишь в виде единичных, очень угнетенных деревьев, зато в окнах развивается хорошо, образуя густые благонадежные группы подростка.

В почве ВПП № 3 и 4 произошло уплотнение поверхностных горизонтов по сравнению с ВПП № 7 и 8 более чем в 20 раз. Отмечено уменьшение запаса подстилки: в IV стадии она отсутствовала, в I, II и III стадиях она составляет 2,5, 2,0 и 0,5 см соответственно. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова и количество лесных видов в покрове уменьшается, а количество злаковых видов увеличивается с увеличением стадий рекреационной дигрессии. В подлеске отмечается некоторое однообразие видов, но при высоких стадиях рекреационной дигрессии подлесок отсутствовал.

На участках с III и IV стадиями дигрессии заметно увеличивалось количество деревьев, зараженных гнилями и заселенных стволо-

выми вредителями (черный сосновый усач *Monochamus galloprovincialis* Oliv., сосновые лубоеды *Tomicus piniperda* L. и *Blastophagus minor* Hart., шестизубый короед *Ips sexdentatus* Vorn. Отмечен вершинный короед *Ips acuminatus* Gyll., хотя на ВПП с I и II стадиями рекреационной дигрессии в сосновом древостое он не встречался. В малопосещаемых участках леса тропы составляют не более 5% площади, вблизи поселков – 25%, а в непосредственной близости к жилым домам поселков национального парка – до 75%.

Изменения всех компонентов биогеоценоза приводят к потере устойчивости не только лесной фитоценоз в целом, но более опасны для каждого отдельного дерева. В результате вытаптывания увеличивается твердость почвы, ухудшается питание корней, изменение влажностного и температурного режимов почвы, нарушается скважинность. Значительно снижается количество почвенной макро- и микробиоты. Это влечет за собой нарушения почвенного питания растений и обеспечения водой, корни начинают занимать несвойст-



венное месторасположение. Вблизи поселка Елшанский нами отмечены существенные выходы корней над поверхностью почвы и, как следствие, дальнейшее их повреждение. На сильно измененных рекреацией участках сначала уменьшается количество подроста и подлеска, затем при ухудшении ситуации прекращается самовозобновление древостоя. По мере нарастания поврежденных рекреацией участков в сосновом древостое снижается прирост, деревья начинают суховершинить. Простое пребывание большого количества людей в лесу приводит к деградации растительных сообществ.

Заключение

Радиальный прирост деревьев не всегда может быть использован как оценочный критерий степени деградации территории под влиянием рекреации. Кроме рекреации необходимо учитывать особенности вегетации сосны обыкновенной в отдельные годы, например, при высоких значениях ГТК и в периоды засух. Участки с IV степенью рекреационной дигрессии имеют ухудшение жизненного состояния основного яруса древостоя, вызывающее снижение радиального прироста. Интенсивное физическое испарение с поверхности почвы на фоне засухи в период формирования годичных колец (май–июнь) обуславливает потери почвенной влаги, что сопровождается явлением выпадающих колец, хорошо фиксируемым в древесно-кольцевых хронологиях. Поскольку климат территории исследования характеризуется повторяющимися засухами, можно предположить, что наиболее опасным для жизненного состояния сосновых древостоев может быть синергетический эффект от влияния повторяющихся засух на фоне возрастающей рекреационной нагрузки.

Список литературы

1. Ваганов Е. А., Свидерская И. В., Кондратьева Е. Н. Погодные условия и структура годичного кольца деревьев: имитационная модель трахеидограммы // Лесоведение. 1990. № 2. С. 37–45.
2. Шиятов С. Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 136 с.
3. Кулагин А. Ю., Симоненкова В. А., Симоненков В. С. Радиальный прирост сосны обыкновенной на зональном экотоне леса и степи Южного Предуралья // ЭКОБИОТЕХ. 2020. Т. 3, № 4. С. 673–679.
4. Битвинкас Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 170 с.
5. Спиридонов Н. В. Влияние уплотнения почвы на прирост деревьев в лесопарках Новосибирского научного центра // Изв. СО АН СССР. Сер. Биол. науки. 1975. № 10, вып. 2. С. 3–8.
6. Таран И. В., Спиридонов Н. В. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 180 с.
7. Таран И. В. Рекреационные леса Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. 230 с.
8. Лалетин А. П. Воздействие рекреации на почву и растительность Шушерского бора // Исследование компонентов лесных экосистем: препринт. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1988. 14 с.
9. Иванов Б. И. Влияние уплотнения на физические свойства серой лесной почвы в лесу при рекреации // Лесоведение. 1990. № 3. С. 58–62.
10. Машинский Л. О. Город и природа (Городские зеленые насаждения). М.: Стройиздат, 1973. 228 с.
11. Карпачевский Л. О. Лес и лесные почвы. М.: Лес. пром-сть, 1981. 264 с.
12. Горышина Т. К. Растение в городе. Л.: ЛГУ, 1991. 148 с.
13. Васильева И. Н. Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве: сб. ст. / отв. ред. В. В. Надеждин. М.: Наука, 1973. С. 36–44.
14. Гласова Н. В., Феклистов П. А. Состояние древостоя рекреационных ельников-черничников // Вестник Поморского ун-та. Сер.: Естественные и точные науки. 2005. Т. 1 (7). С. 61–65.
15. Кузнецов В. А. Почвы и растительность парково-рекреационных ландшафтов Москвы: дис. ... канд. биол. наук. М., 2015. 170 с.
16. Оборин М. С. Особенности анализа рекреационной и антропогенной нагрузки вследствие санаторно-курортной и туристской деятельности // Географический вестник. 2010. № 2. С. 19–24.
17. Киселева В. В., Ломов Д. В., Обиденников В. И., Титов А. П. История и современное состояние сосняков Алексеевской рощи национального парка «Лосиный остров» // Лесоведение. 2010. № 3. С. 42–52.
18. Матвеев С. М., Мироненко А. В., Тимащук Д. А. Лесоводственный и дендроклиматический анализ искусственных сосновых фитоценозов, подверженных рекреационной дигрессии в пригородной зоне г. Воронежа // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2015. Т. 8, № 4. С. 410–425.
19. Данчева А. В. Влияние рекреационной нагрузки на естественное возобновление сосновых насаждений Казахского мелкосопочника // Аграрный вестник Урала. 2011. № 11 (90). С. 22–23.
20. Рысин Л. П., Рысин С. Л. Урболесоведение. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. 240 с.



21. Казанская Н. С., Ланина В. В., Марфенин Н. Н. Рекреационные леса. М. : Лес. пром-сть, 1977. 96 с.
22. Динамика и устойчивость рекреационных лесов : сб. ст. / РАН, Ин-т лесоведения. М. : Т-во. науч. изд. КМК, 2006. 165 с.
11. Karpachevsky L. O. *Les i lesnyye pochvy* [Forest and Forest Soils]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 1981. 264 p. (in Russian).
12. Goryshina T. K. *Rasteniyе v gorode* [Plant in the City]. Leningrad, Leningrad State University Publ., 1991. 148 p. (in Russian).

References

1. Vaganov E. A., Sviderskaya I. V., Kondratieva E. N. Weather conditions and the structure of the annual tree ring: A simulation model of the tracheidogram. *Forest Science*, 1990, no. 2, pp. 37–45 (in Russian).
2. Shiyatov S. G. *Dendrokronologiya verkhney granitsy lesa na Urale* [Dendrochronology of the upper forest boundary in the Urals]. Moscow, Nauka, 1986. 136 p. (in Russian).
3. Kulagin A. Yu., Simonenkova V. A., Simonenkov V. S. Radial growth of common pine on the zonal ecotone of forest and steppe of the Southern Urals. *ECOBIOTECH Journal*, 2020, vol. 3, no. 4, pp. 673–679 (in Russian).
4. Bitvinkas T. T. *Dendroklimaticheskiye issledovaniya* [Dendroclimatic Studies]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1974. 170 p. (in Russian).
5. Spiridonov N. V. Influence of soil compaction on tree growth in forest parks of the Novosibirsk scientific center. *Izv. SO AS USSR. Ser. Biol. nauki*, 1975, no. 10, iss. 2, pp. 3–8 (in Russian).
6. Taran I. V., Spiridonov N. V. *Ustoychivost' rekreatsionnykh lesov* [Sustainability of Recreational Forests]. Novosibirsk, Nauka, 1977. 180 p. (in Russian).
7. Taran I. V. *Rekreatsionnyye lesa Zapadnoy Sibiri* [Recreational forests of Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka, 1985. 230 p. (in Russian).
8. Laletin A. P. Impact of recreation on soils and vegetation of the Shusher boron. In: *Study of Forest Ecosystem Components: Preprint*. Krasnoyarsk, Institute of Forest and Wood, Sib. Branch of the USSR Academy of Sciences, 1988. 14 p. (in Russian).
9. Ivanov B. I. Influence of compaction on physical properties of gray forest soil in the forest under recreation. *Lesovedenie*, 1990, no. 3, pp. 58–62 (in Russian).
10. Mashinsky L. O. *Gorod i priroda (Gorodskiyе zeleanye nasazhdeniya)* [City and Nature (Urban green spaces)]. Moscow, Stroyizdat, 1973. 228 p. (in Russian).
13. Vasilieva I. N. Influence of trampling on physical properties of soil and root systems of plants. In: V. V. Nadezhdin, ed. *Forestry Research in Serebryanoborsky Experimental Forestry*. Moscow, Nauka, 1973, pp. 36–44 (in Russian).
14. Glasova N. V., Feklistov P. A. State of the stand of recreational spruce-blackberry forests. *Vestnik. Pomorsky University. Series: Natural and Exact Sciences*, 2005, vol. 1 (7), pp. 61–65 (in Russian).
15. Kuznetsov V. A. *Soils and vegetation of the park-recreational landscapes of Moscow*. Diss. Cand. Sci. (Biol.). Moscow, 2015. 170 p. (in Russian).
16. Oborin M. S. Features of the analysis of recreational and anthropogenic load due to sanatorium-resort and tourist activities. *Geographical Bulletin*, 2010, no. 2, pp. 19–24 (in Russian).
17. Kiseleva V. V., Lomov D. V., Obydennikov V. I., Titov A. P. History and current state of pine forests of Alexeevskaya grove of the national park “Losiny Ostrov”. *Lesovedenie*, 2010, no. 3, pp. 42–52 (in Russian).
18. Matveev S. M., Mironenko A. V., Timashchuk D. A. Forestry and dendroclimatic analysis of artificial pine phytocenoses subjected to recreational digression in the suburban zone of Voronezh. *Journal of the Siberian Federal University. Biology*, 2015, vol. 8, no. 4, pp. 410–425 (in Russian).
19. Dancheva A. V. Influence of recreational load on natural regeneration of pine plantations of the Kazakh shallow pine forest. *Agrarny Vestnik Urala*, 2011, no. 11 (90), pp. 22–23 (in Russian).
20. Rysin L. P., Rysin S. L. *Urbolesovedeniye* [Urbolesology]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2012. 240 p. (in Russian).
21. Kazanskaya N. S., Lanina V. V., Marfenin N. N. *Rekreatsionnyye lesa* [Recreational Forests]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 1977. 96 p. (in Russian).
22. *Dinamika i ustoychivost' rekreatsionnykh lesov: sb. st.* [Dynamics and Stability of Recreational Forests: Coll. arts RAS, Institute of Forestry]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2006. 165 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 25.11.2023; одобрена после рецензирования 30.11.2023; принята к публикации 01.12.2023
 The article was submitted 25.11.2023; approved after reviewing 30.11.2023; accepted for publication 01.12.2023