

УДК 630\*114.351+582.475]:504.05

## Трансформация лесной подстилки сосновых насаждений Казахского мелкосопочника под влиянием антропогенного фактора

*Данчева А. В.*

*Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
Тюмень, Россия  
a.dancheva@mail.ru*

Представлены результаты исследований влияния рекреационных нагрузок на количественные и качественные показатели лесной подстилки в сосновых насаждениях основных лесорастительных условий Казахского мелкосопочника (на примере государственного национального природного парка ГНПП «Бурабай»). Результаты работы свидетельствуют о деградации лесной подстилки под влиянием интенсивного рекреационного воздействия. Выявлены особенности формирования лесной подстилки в сосняках, произрастающих в условиях повышенных рекреационных нагрузок. Установлено, что увеличение рекреационной нагрузки более 10 чел./га/дн. способствует уменьшению запаса, мощности и доли органосодержащей части лесной подстилки в среднем в 1,5–2 раза. В зоне активного посещения (ФЗ–I) очень сухих сосняков отмечается увеличение запаса лесной подстилки и снижением ее мощности, за счет измельчения опада и его уплотнения, без дальнейшего разложения и перехода в гумусовый слой. Проанализированы структурные и количественные показатели лесной подстилки в зависимости от лесорастительных условий. Выявлено, что максимальным запасом лесной подстилки характеризуются сосняки очень сухих и влажных условий произрастания. При этом, мощность лесной подстилки во влажных сосняках существенно превышает таковую в очень сухих сосняках. Данный факт объясняется замедленным процессом разложения лесной подстилки в очень сухих условиях произрастания и накоплением ее запаса по сравнению с влажными лесорастительными условиями. С точки зрения пожароустойчивости по совокупности природных и антропогенных факторов, а также на основании полученных данных по количественным и качественным показателям лесной подстилки, сосняки сухих условий произрастания Казахского мелкосопочника являются наиболее пожароопасными. Полученные в ходе проведенных исследований данные могут быть использованы при проектировании противопожарных мероприятий в сосновых насаждениях соответствующего региона.

*Ключевые слова:* лесная подстилка, сосновые насаждения, лесорастительные условия, рекреационные нагрузки.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия рекреационное лесопользование стало одним из востребованных видов использования лесов. В связи с интенсивным использованием лесов в целях рекреации, возникает серьезная экологическая проблема взаимодействия человека и природы, где рекреация выступает как комплексный фактор по отношению к лесному биоценозу, вызывающий множественные, в большинстве случаев, отрицательные последствия для устойчивости лесных насаждений (Анциферов и др., 2019). Эта проблема становится особенно актуально для лесодефицитных территорий, к которым можно отнести Казахстан (Данчева, Залесов, 2016).

Антропогенное воздействие на лесные фитоценозы выражается в изменении структуры и продуктивности насаждений, а также влияет на формирование неоднородности накопления и разложения органического вещества, способствует изменению фракционного состава, запасов и скорости разложения растительного опада и приводит к трансформации органических веществ лесных подстилок (Лянгузова и др., 2020).

Лесная подстилка является одним из важных компонентов лесного биогеоценоза и отражает основные направления функционирования экосистем (Johansson et al., 1995; Ильина, Сапожников, 2007; Lang et al., 2009; Волков, 2015; Кузнецов и др., 2019; Шуркина, 2019; Семенюк и др., 2020). Выступая связующим звеном между растительностью и почвой, лесная подстилка является интегральным показателем процесса почвообразования,

гумифицирования, успешности и скорости лесовозобновления. Структурные показатели лесной подстилки такие, как запас, мощность, соотношение различных ее фракций, могут служить индикаторами состояния почвы и критерием, определяющим устойчивость и продуктивности биогеоценоза под влиянием различного рода антропогенных факторов (пожаров, вырубок, рекреации и так далее) (Berg et al., 1999; Попова, 2007; Кулакова, 2020; Пристова, 2020).

Согласно выше приведенной информации вопросы изучения лесной подстилки, их трансформация под воздействием антропогенных факторов и тесной взаимосвязи со всеми компонентами лесных насаждений являются актуальным направлением исследований.

Цель наших исследований – провести анализ влияния рекреационных нагрузок на количественные и качественные показатели лесной подстилки в сосновых насаждениях Казахского мелкосопочника (на примере ГНПП «Бурабай»), произрастающих в различных лесорастительных условиях и на основе полученных данных разработать ряд предложений по повышению рекреационной устойчивости исследуемых насаждений.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования по определению запасов лесной подстилки проводились на территории ГНПП «Бурабай», в чистых по составу, одновозрастных высокополнотных сосновых насаждениях, произрастающих в различных функциональных зонах (ФЗ) (Данчева, Залесов, 2016): ФЗ-I – зона активного посещения, ФЗ-II – зона умеренного посещения, ФЗ-III – зона слабого посещения (условно контроль). Вид сосновых насаждений, произрастающих в различных лесорастительных условиях Казахского мелкосопочника, представлены на рисунках 1 и 2.

Основные характеристики лесорастительных условий, в которых произрастают изучаемые сосняки (Бирюков, 1974):

В очень сухих лесорастительных условиях сосняки произрастают в условиях хронического недостатка влаги и приурочены к сильно инсолируемым вершинам и верхней трети склонам горных кряжей, сопок и увалов. Почвы – бурые мелкопрофильные супесчаные скелетные. Состав древостоя изменяется от 10С до 9С1Б, класс бонитета V–Va. Подлесок редкий: можжевельник казацкий, кизильник, шиповник иглистый. Живой напочвенный покров редкий и состоит из накипных лишайников, гвоздики песчаной, вероника седой, очитка.

Сухие лесорастительные условия характеризуются периодическим недостатком влаги и относятся к инсолируемым средним частям склонов горных кряжей и холмогорий. Почвы – бурые элювирированные слабо дерновые мелко – и среднепрофильные осолоделые. Состав древостоя изменяется от 10С до 9С1Б, бонитет – IV–V. Подлесок редкий неравномерный: шиповник иглистый, кизильник черноплодный. Живой напочвенный покров средней густоты и представлен в основном лишайниками кустистыми, сон-травой, вероникой седой и колосистой, вейником наземным.

В свежих лесорастительных условиях сосняки произрастают в условиях достаточного увлажнения за счет атмосферных осадков и аккумуляции поверхностного стока и приурочены к слабоинсолируемым нижним пологим частям склонов горных возвышенностей мелкосопочных гряд и увалов. Почвы – бурые лесные вторично-дерновые элювирированные глубокопрофильные, скелетные, осолоделые. Состав древостоя изменяется от 10СедБ, Ос до 7СЗБ, Ос, бонитет – II–III. Подлесок редкий: шиповник иглистый, коричневый, кизильник, спирея. Живой напочвенный покров густой: зеленые мхи, грушанка однобокая и зонтичная, папоротник орляк, вейник наземный, коротконожка перистая.

Во влажных лесорастительных условиях сосняки произрастают в условиях достаточного увлажнения за счет атмосферных осадков, аккумуляции поверхностного стока



Рис. 1. Сосновые насаждения Казахского мелкосопочника очень сухих условий произрастания (ФЗ–III) (a) и сухих условий произрастания (ФЗ–III) (b)

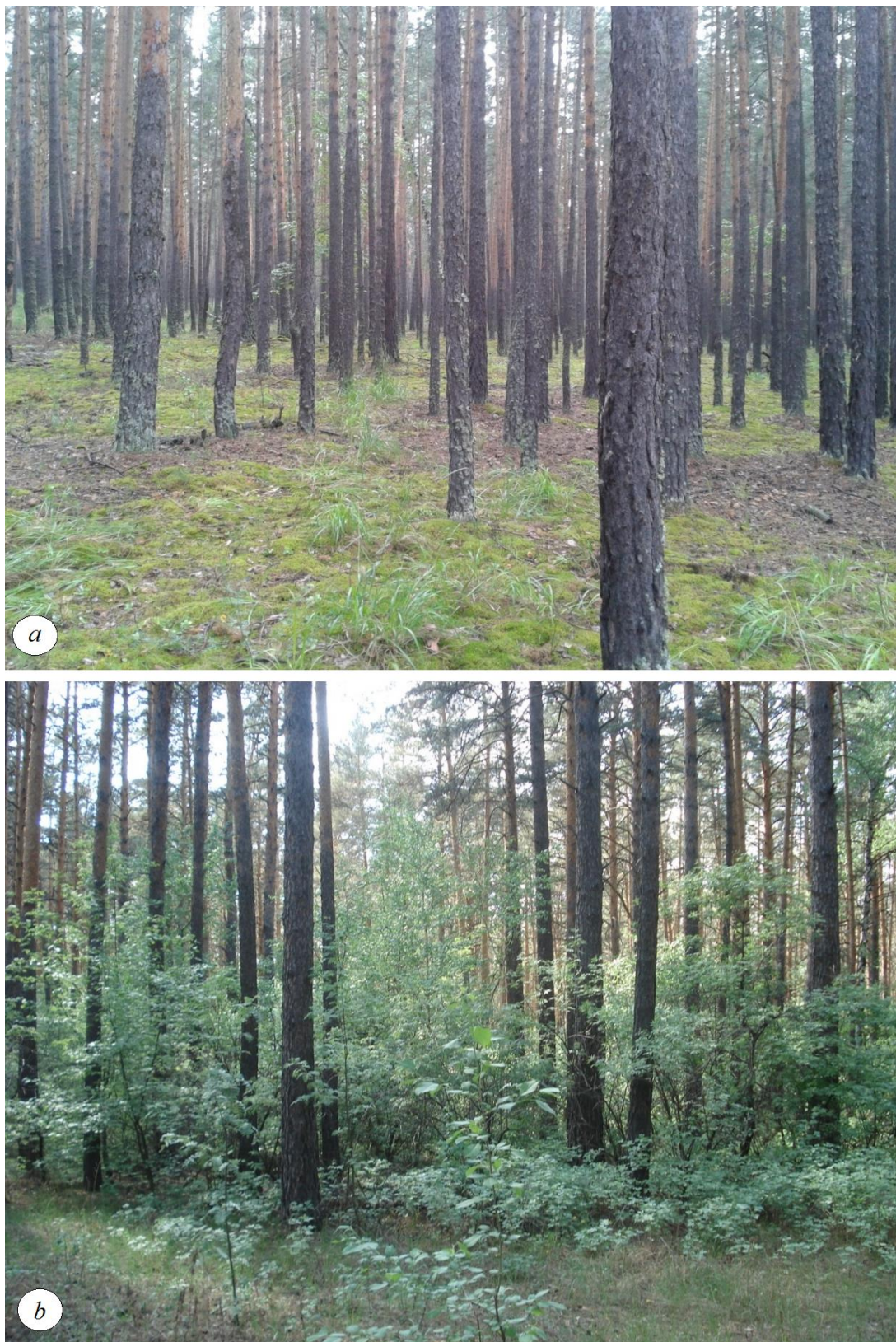


Рис. 2. Сосновые насаждения Казахского мелкосопочника свежих условий произрастания (ФЗ–III) (a) и влажных условий произрастания (ФЗ–III) (b)

и частично за счет грунтовых вод, и приурочены к хорошо дренированным террасам современных озерных котловин и ложбин стока; шлейфам увалов. Почвы – бурые лесные вторично-дерновые элювиированные глееватые и дерновые аллювиальные. Состав древостоя изменяется от 10СедБ, Ос до 7СЗБ, ОС, бонитет – I–II. Подлесок средней густоты: смородина черная, кизильник, шиповник, ива кустарниковая. Живой напочвенный покров густой: зеленые мхи, вейник тростниковый, папоротник, грушанка круглолистная, герань луговая, борщевик.

Сбор экспериментальных данных по определению запасов лесной подстилки и её мощности осуществлялся на 84 временных пробных площадях (ВПП). Для изучения лесной подстилки закладывались площадки по методике Н. П. Курбатского (1970) размером 20×25 см с помощью шаблона. Пробы лесной подстилки брали на границе ВПП с прилегающей территорией в 3–4-х кратной повторности. Массу подстилки и опада определяли весовым способом после высушивания образцов до воздушно-сухого состояния. Всего обмерено 262 образца лесных подстилок. Мощность замеряли на всех сторонах учетной площадки (10–12 кратной повторности) с последующим вычислением среднего значения. Подстилочно-опадный коэффициент вычисляли как отношение массы подстилки к массе опада. Полученные данные были статистически обработаны с использованием электронных таблиц Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Лесная подстилка является весьма чувствительным индикатором условий местопроизрастания лесных насаждений, а толщина и запас подстилки – наиболее информативными показателями антропогенного воздействия на лесные фитоценозы. Массовое посещение лесных насаждений влечет за собой нарушение структуры лесной подстилки, уменьшение ее мощности и запаса.

Данные запаса и мощности лесной подстилки в зависимости от степени рекреационного воздействия, представленные на рисунке 3а, свидетельствуют о снижении величины рассматриваемых показателей в 1,4–1,9 и 1,2–1,6 раза соответственно в зоне активного посещения (ФЗ–I), характеризующейся IV стадией дигрессии (Данчева и др., 2017), в сравнении с зоной умеренного посещения (ФЗ–II) и зоной контроля (ФЗ–III). Данная закономерность характерна для всех лесорастительных условий за исключением очень сухих условий произрастания, где в зоне активного посещения (ФЗ–I) наблюдается увеличение общего запаса лесной подстилки при сравнительно низком показателе ее мощности.

Данный факт объясняется отмеченных в ходе исследований процессом уплотнения лесной подстилки, а не выбивания ее до минерального слоя, как это происходит в большинстве случаев. Выявлено отсутствие в рассматриваемой зоне гумусового слоя. Весь объем подстилки представлял собой измельченный опад, в котором не наблюдалось процессов разложения. Одной из главных причин наблюдаемого процесса измельчения опада и его уплотнения, без дальнейшего разложения и перехода в гумусовый слой, является недостаток эдафического увлажнения, характерного для очень сухих лесорастительных условий района исследований.

В зоне активного посещения (ФЗ–I) очень сухих и сухих условий произрастания, рекреация наблюдается в виде прогулок отдыхающих и экскурсантов по всей территории. Тропинки в исследуемой ФЗ отсутствуют, что приводит к дроблению (измельчению) лесной подстилки, ее уплотнению, изменению ее мощности и соотношению подгоризонтов (рис. 3б).

Учитывая полученные нами ранее данные (Данчева и др., 2017) по единовременной рекреационной посещаемости в зоне активного посещения (ФЗ–I) в очень сухих и сухих сосняках, уплотнение лесной подстилки, сопровождающееся увеличением ее общего запаса, происходит при показателе от 32 до 81 чел./га/дн., который превышает показатель допустимой рекреационной посещаемости, в среднем, в 4–10 раз.

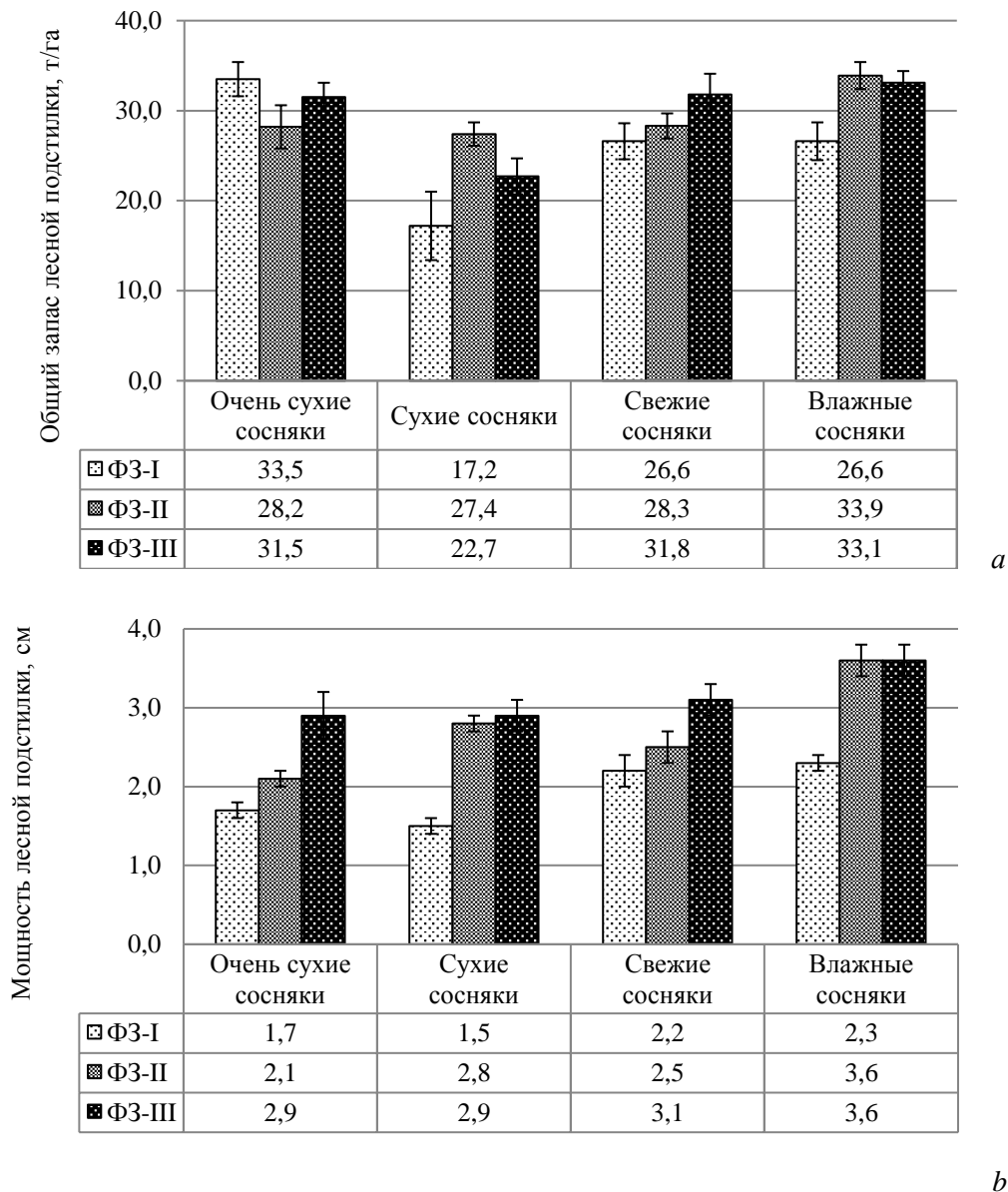


Рис. 3. Средние значения общего запаса лесной подстилки (а) и ее мощности (б) в сосняках Казахского мелкосопочника в зависимости от степени рекреационного воздействия и лесорастительных условий

В свежих и влажных сосняках в зоне активного посещения (Φ3-I) снижение общего запаса лесной подстилки отмечается при показателе рекреационной посещаемости от 13 до 20 чел./га/дн.

Следует отметить, что достоверных различий в значениях рассматриваемого показателя между зоной активного посещения (Φ3-I) и зоной умеренного посещения (Φ3-II), и зоной контроля (Φ3-III) всех рассматриваемых лесорастительных условий не наблюдается ( $t_{расч.}=0,4-2,1$  при  $t_{0,05}=2,1-2,2$ ).

Статистический анализ мощности лесной подстилки в зависимости от степени рекреационного воздействия указывает на наличие достоверных различий в ее величине между зоной активного посещения (Φ3-I) и зоной контроля (Φ3-III) во всех лесорастительных условиях ( $t_{расч.}=3,2-6,3$  при  $t_{0,05}=2,1-2,2$ ).

В то же время, существенные различия в мощности и запасе лесной подстилки между зоной умеренного посещения (ФЗ–II) и зоной контроля (ФЗ–III) во всех рассматриваемых лесорастительных условиях отсутствуют ( $t_{расч.}=0,3-2,0$  при  $t_{0,05}=2,1-2,2$ ).

По данным среднесезонной единовременной рекреационной посещаемости в зоне умеренного посещения (ФЗ–II), которая составляет 3,4 чел./га/дн. и рекреационной посещаемости в пределах от 3 до 11 чел./га/дн., можно утверждать, что данные значения рекреационной нагрузки не влияют на величину запаса и мощности лесной подстилки; изменения рассматриваемых показателей наблюдается при рекреационной посещаемости 10 чел./га/дн. и более, характерной для зоны активного посещения (ФЗ–I).

В формировании лесной подстилки и ее запасов в лесных насаждениях главную роль играет опад, его фракционный состав и запас, а также скорость разложения. Под влиянием рекреационных нагрузок, выражающихся хождением рекреантов по участкам лесных массивов (рис. 4), происходит уплотнение, а некоторых случаях и выбивание напочвенного покрова до минерального слоя почвы, что способствует снижению доли разложившегося опада и уменьшению содержания гумуса и дальнейшему обеднению минерального состава почв со снижением качественных их показателей.



Рис. 4. Зона активного посещения (ФЗ–I) в сосновых насаждениях сухих условий произрастания

Данные исследований, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о значительных различиях в массе опада между зоной активного посещения (ФЗ–I) и зоной контроля (ФЗ–III) во всех лесорастительных условиях. В очень сухих и сухих сосняках в ФЗ–I данный показатель снижается в 2,0–2,6 раза, в свежих и влажных сосняках – в 1,5–1,6 раза, в сравнении с ФЗ–III.

Существенных различий в массе опада между зоной умеренного посещения (ФЗ–II) и зоной контроля (ФЗ–III) не наблюдается.

Лесная подстилка, аккумулируя в себе отмирающую и опадающую органическую массу древесного полога (лесного опада), постоянно претерпевает структурные изменения,

проявляющиеся в соотношении минерализационных и гумификационных остатков. Интенсивность процесса разложения лесной подстилки и ее гумификации в антропогенно ненарушенных насаждениях зависит от множества факторов, к основным из которых относятся лесорастительные условия, возраст, состав древостоя и т.д. (Данчева, 2018). Для оценки скорости разложения опада используется подстильно-опадный коэффициент, повышение значения которого свидетельствует о снижении интенсивности биологического круговорота.

Таблица 1

Среднестатистические значения показателей лесной подстилки в зависимости от степени рекреационного воздействия и лесорастительных условий

Показатель	Функциональные зоны (ФЗ)		
	I	II	III
Очень сухие сосняки (С <sub>1</sub> )			
Запас опада, т/га	2,5±0,3	6,3±0,9	6,6±0,8
Запас органосодержащей подстилки, т/га	31,0±1,8	21,9±2,6	24,9±1,4
Подстильно-опадный коэффициент	13,1±1,1	4,2±0,7	4,2±0,6
Сухие сосняки (С <sub>2</sub> )			
Запас опада, т/га	2,0±0,3	5,0±0,5	4,1±0,7
Запас органосодержащей подстилки, т/га	15,2±3,5	22,4±1,1	18,6±1,7
Подстильно-опадный коэффициент	7,2±0,7	4,8±0,5	5,2±0,8
Свежие сосняки (С <sub>3</sub> )			
Запас опада, т/га	4,0±0,6	6,6±1,0	6,1±0,7
Запас органосодержащей подстилки, т/га	22,6±2,7	21,7±1,6	25,7±2,4
Подстильно-опадный коэффициент	7,3±1,8	3,8±0,5	4,7±0,8
Влажные сосняки (С <sub>4</sub> )			
Запас опада, т/га	5,0±0,6	8,3±1,2	8,2±0,6
Запас органосодержащей подстилки, т/га	21,6±2,1	25,6±1,3	24,9±1,1
Подстильно-опадный коэффициент	4,5±0,7	3,6±0,7	3,2±0,3

Согласно данным таблицы, подстильно-опадный коэффициент в зоне активного посещения (ФЗ–I) всех рассматриваемых условий произрастания колеблется в пределах от 4,5 до 13,1, что в 1,4–3,1 раза превышает аналогичный показатель в зоне умеренного посещения (ФЗ–II) и зоне контроля (ФЗ–III) и свидетельствует о более низких темпах минерализации растительных остатков.

Медленное преобразование растительных остатков, с коэффициентом 13,1 наблюдается в зоне активного посещения (ФЗ–I) в очень сухих сосняках. В сухих условиях произрастания подстильно-опадный коэффициент составляет 7,2, в свежих – 7,3 и во влажных – 4,5. Из выше приведенных данных видно, что по мере увеличения степени эдафического увлажнения, отмечается снижение количественного показателя подстильно-опадного коэффициента.



Снижение подстилочно-опадного коэффициента с увеличением степени эдафического увлажнения сохраняется в зоне умеренного посещения (ФЗ–II) и зоне контроля (ФЗ–III).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Увеличение интенсивности рекреационного воздействия способствует уменьшению запаса, мощности и доли органосодержащей части лесной подстилки. В ФЗ–I очень сухих сосняков отмечается увеличение запаса лесной подстилки и снижение ее мощности, за счет ее уплотнения под воздействием рекреационных нагрузок.

Уменьшение запаса и мощности лесной подстилки (ЛП) происходит при рекреационной нагрузке 10 чел./га/дн. и более.

Максимальным запасом лесной подстилки характеризуются сосняки очень сухих и влажных условий произрастания. При этом, при близких значениях запаса лесной подстилки, ее мощность во влажных сосняках существенно превышает таковую в очень сухих сосняках.

С практической точки зрения, полученные данные по запасам и структуре лесной подстилки можно использовать при проектировании противопожарных мероприятий исследуемого района, поскольку запас и структура лесной подстилки является одним из основных факторов, определяющих природную опасность и интенсивность лесных пожаров.

В целях повышения рекреационной привлекательности исследуемой территории и сохранения рекреационной устойчивости и предотвращения деградации лесных насаждений в процессе их использования рекомендуется создание искусственных изгородей из древесно-кустарниковых растений вдоль дорожно-тропиночной сети и по периметру рекреационного лесного участка с целью предотвращения вытаптывания территории за их пределами. Проводить периодический мониторинг за состоянием лесных насаждений; придерживаться строгого соблюдения норм рекреационной нагрузки на исследуемую территорию.

## Список литературы

- Анциферов А. Л., Кабоев К. М., Яблоков Е. О. Пространственное размещение почвенной мезофауны хвойно-широколиственного леса в условиях рекреационного воздействия (на примере базы отдыха «Сосновый посад» в Костромской области) // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». – 2019. – № 6(65). – С. 18–24.
- Бирюков В. Н. Лесорастительное районирование и классификация колючих лесов Северного и Центрального Казахстана // Леса и древесные породы Северного Казахстана. – Л.: Наука. 1974. – С. 16–26.
- Ведрова Э. Ф., Мухортова Л. В., Метелева М. К. Трансформация органического вещества подстилки в лесных культурах // Лесоведение. – 2018. – № 1. – С. 24–36.
- Волков А. Г. Лесная подстилка в парцеллах ельников северной подзоны тайги // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2015. – № 2. – С. 63–39.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Султанова Р. Р. Функциональное зонирование сосняков рекреационного назначения Казахского Мелкосопочника // Вестник БГАУ. – 2017. – № 2 (42). – С. 101–105.
- Данчева А. В., Залесов С. В. Использование комплексного оценочного показателя для оценки состояния рекреационных сосняков ГНПП «Бурабай» // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 3 (4). – С. 46–55.
- Данчева А. В. Повышение рекреационной устойчивости и привлекательности сосновых лесов Казахстана: дис. ... доктора сельскохозяйств. наук: спец. 06.03.02 Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2018. – 515 с.
- Ильина Т. М., Сапожников А. П. Лесные подстилки как компонент лесного биогеоценоза // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 5. – С. 45–48.
- Кузнецов В. А., Рыжова И. М., Стома Г. В. Изменение лесных экосистем мегаполиса под влиянием рекреационного воздействия // Почвоведение. – 2019. – № 5. – С. 633–642.
- Курбатский Н. П. Исследования количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. – Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР. – 1970. – С. 5–18.
- Кулакова Н. Ю. Особенности круговорота биофильных элементов в подстилках экосистем полупустыни Северного Прикаспия // Почвоведение. – 2020. – № 11. – С. 1341–1352.
- Лянгузова И. В., Примак П. А., Волкова Е. Н., Салихова Ф. С. Пространственное распределение запасов напочвенного покрова и лесной подстилки в фоновых и дефолирующих сосновых лесах Кольского полуострова // Растительные ресурсы. – 2020. – Т. 56, вып. 4 – С. 335–350.
- Мухортова Л. В. Анализ трансформации лесной подстилки в 25-летних хвойных культурах // Лесоведение. – 2008. – № 5. – С. 36–44.

Попова Н. В. Методы использования данных по скорости освобождения химических элементов из подстилки для диагностики устойчивости экосистем // Вестник Российского ун-та дружбы народов. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 1. – С. 19–26.

Пристова Т. А. Скорость разложения растительного опада в лиственных насаждениях послерубочного происхождения в условиях средней тайги Республики Коми // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2020. – № 3. – С. 62–72.

Семенюк О. В., Телеснина В. М., Богатырев Л. Г., Бенедиктова А. И., Кузнецова Я. Д. Оценка внутрибиогеоценозной изменчивости лесных подстилок и травяно-кустарничковой растительности в еловых насаждениях // Почвоведение. – 2020. – № 1. – С. 31–43.

Шуркина В. В. Изменение запаса и фракционного состава лесной подстилки в кедровниках, пораженных шестизубчатым короедом (участок «Малый Абакан» заповедника «Хакасский») // Успехи современного естествознания – 2019. – № 3. – С. 40–45.

Lang S. I., Cornelissen J. H. C., Klahn T., Van Logtestijn R. S. P., Broekman R., Schweikert W., Aerts R. An experimental comparison of chemical traits and litter decomposition rates in a diverse range of subarctic bryophyte, lichen and vascular plant species // Journal of Ecology. – 2009. – Vol. 97 (5). – P. 886–900. doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01538.x

Berg B., Albrektson A., Berg M. P., Cortina J., Johansson M–B., Gallardo A., Mgadeira M., Pausas J., Kiratz W., Vallejo R., McLaugherty C. Amounts of litter fall in some pine forests in European transect, in particular Scots pine // Annals of Forest Science. – 1999. – Vol. 56. – P. 625–639. doi.org/10.1051/forest:19990801

Johansson M. B., Berg B., Meentemeyer V. Litter mass loss rates in late stages of de-composition in a climatic transect of pine forests. Long-term decomposition in a Scots pine forest. IX // Canadian Journal of Botany. – 1995. – Vol. 73. – P. 1509–1521.

**Dancheva A. V. Anthropogenic transformation of the forest litter of pine forests of the Kazakh Upland // Ekosistemy. 2021. Iss. 26. P. 33–42.**

The article presents the results of studies of the influence of recreational loads on the quantitative and qualitative indices of forest litter in pine stands in different forest growth conditions in Kazakh Upland exemplified by State National Nature Park “Burabay”. The obtained data reveal the degradation of the forest litter influenced by intense recreational exposure. The peculiarities of the of forest litter formation in pine forests growing under conditions of increased recreational loads are examined. It is found out that the increase in recreational load for more than 10 people/ha/day will lead to decline of capacity and organic containing part of forest litter in average to 1, 5-2 times. The area of actively visited dry pine stands suffers the increase of forest litter and decrease of its capacity due to fall out shredding and compaction without further decay and transition to the humus layer. The structural and quantitative indices of forest litter were analyzed according to the forest growing conditions. It was revealed that pine forests with very dry and humid growing conditions were characterized by the maximum reserve of forest litter. At the same time, the thickness of the forest litter in moist pine forests significantly exceeded that in very dry pine forests. This fact is explained by the slow processes of forest litter decomposition in very dry growing conditions and the accumulation of its stock in comparison with wet forest conditions. On the basis of the received data on quantitative and qualitative indices of forest litter it was concluded that fire resistance of pine plantations growing in dry conditions of Kazakh Upland was very low because of combination of natural and anthropogenic factors. The data obtained can be used in the design of fire protection measures in pine forests of the studied area.

Key words: forest litter, pine forest, forest growth conditions, recreational impact.

*Поступила в редакцию 20.01.21  
Принята к печати 09.02.21*