

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 2 (79). С. 128–137.

Buryat Agrarian Journal. 2025;2(79):128–137.

Научная статья

УДК 630*181.351: 631.4

doi: 10.34655/bgsha.2025.79.2.015

Состояние растительности и почвы на волоках сплошных рубок, покрытых порубочными остатками, в северном лесном районе Архангельской области

Николай Иванович Царев¹, Елена Николаевна Наквасина²

^{1,2}Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

¹Филиал ФБУ Рослесозащита ЦЗЛ Архангельской области, Архангельск, Россия

¹tsarevni@rcfh.rosleshoz.gov.ru,

²e.nakvasina@narfu.ru

Аннотация. Проанализировано состояние растительности и почвы на волоках сплошных рубок, покрытых порубочными остатками, в северном лесном районе Архангельской области. Для изучения последствий рубки в Карпогорском лесничестве на лесосеке в еловом насаждении 5-го класса бонитета, пройденной в феврале-марте 2024 года сплошными рубками с использованием Харвестера и Форварда, заложено 3 пробные площади, охватывающие типичные волока и пасеки. Анализ показал, что порубочные остатки формируют “покрышку” на волоках, создающую источники питательных веществ для подроста и подлеска, несмотря на повышение пожарной опасности. Анализ почвенно-растительного состояния пробных площадей показал, что основные виды повреждения от лесозаготовительного процесса оказались уплотнение и перемешивание лесной подстилки и почвенных горизонтов; нарушение и угнетение живого напочвенного покрова. Так, “покрышка” затеняет живой напочвенный покров, снижая его биоразнообразие на волоках, пройденной лесозаготовительной техникой. В то же время порубочные остатки защищают лесную почву от воздействия лесозаготовительной техники. Показано, что значительных отличий между волоком (колея и межколейное пространство) и пасекой по состоянию почвенных свойств (плотность сложения, скважность, доля пор, занятых влагой) не выявлено. Вместе с тем, между волоком (колея и межколейное пространство) и пасекой наблюдались различия в характеристиках лесной подстилки: средней мощности и плотности сложения лесной подстилки колеи и пасеки. В то же время существенной разницы средней мощности, плотности сложения лесной подстилки между колеёй и межколейным пространством, а также пасекой и межколейным пространством, вместе со значением средней полевой влажности лесной подстилки, волока и пасеки не выявлено. В целом, укладка порубочных остатков на волока является положительным явлением, снижая негативное воздействие на растительный и почвенный покров при лесозаготовительных работах.

Ключевые слова: порубочный остаток, сплошные рубки, лесные почвы, лесная подстилка, биогеоценоз.

Vegetation and soil state on skidding trails of clear-cut areas covered with logging waste in the northern forestry zone of the Arkhangelsk Region

Nikolay I. Tsarev¹, Elena N. Nakvasina²

^{1,2}Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

¹The Federal Budget Institution "Russian Centre of Forest Health" - Central Forest Protection Forest of the Arkhangelsk Region

¹tsarevni@rcfh.rosleshoz.gov.ru,

²e.nakvasina@narfu.ru

Abstract. The state of vegetation and soils in the skidding trails of clear-cutting areas covered with logging waste in the northern forest region of the Arkhangelsk Region was analysed. To study consequences of logging in the Karpogorsky forestry, three sample plots were set in a clear-cut spruce stand of the 5th quality class. The clear cutting took place in February and March in 2024 with the usage of Harvester and Forward. These plots covered typical skid trails and forest swath. The analysis showed that logging waste create a "canopy" on the skid trails, serving as sources of nutrients for the undergrowth and shrub layer, despite the increased fire hazard associated with such residues. The assessment of the soil and vegetative state of the sample plots showed that the main types of damage resulting from logging operations were compaction and mixing of the forest litter and soil horizons, as well as disruption and suppression of the live ground cover. The "canopy" casts shade over the live ground cover, reducing its biodiversity in areas affected by logging machinery. However, logging residues also protect the forest soil from the impacts of logging machinery. It was shown that there are no significant differences in soil properties (bulk density, porosity, moisture content) between the skidding trail (wheel tracks and inter-track spaces) and the landings. At the same time, differences were observed in the characteristics of forest litter: average thickness and bulk density of the litter in the wheel tracks and landings. Furthermore, no significant difference was found in the average thickness and bulk density of forest litter between the wheel tracks and inter-track spaces, as well as between the landings and inter-track spaces, including the average field moisture content of the litter, skid trails, and landings.

Overall, the placement of logging waste on the skid trails is a positive phenomenon, mitigating the negative impacts on the vegetative and soil cover during logging operations.

Keywords: logging waste, clear-cutting, forest soils, forest litter, biogeocenosis.

Введение. Лесное хозяйство и лесозаготовки существенно влияют на биоценоз, его разнообразие и устойчивость. Методы извлечения древостоя определяют сохранение растительности и животных, а также функциональную структуру экосистемы. Хотя технологии и автоматизированные системы помогают сократить негативное воздействие на биогенез, важно исследовать повреждения растительности и почвы на волоках с порубочными остатками в северном лесном районе для точной оценки влияния рубок.

Лес играет ключевую роль в сохранении биоразнообразия и предоставляет важные экосистемные услуги, включая регуляцию климата, защиту почвы и обес-

печение мест обитания для многих видов. Основным способом рубок были и остаются сплошные рубки. Технологии и методы, применяемые для сплошных рубок, приводят к большому количеству порубочных остатков, составляющих не менее 10% от запаса [1; 2] и остающихся на волоках. Порубочные остатки, такие как сучья и листья, могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на растительность и почву [3; 4; 5; 6; 7]. С одной стороны, они служат источником питательных веществ, способствуют восстановлению экосистемы и нормализации температурного режима [8; 9; 10; 11; 12; 13]. С другой стороны, остатки могут мешать росту новых деревьев и

препятствовать проникновению солнечного света, изменять структуру почвы, уменьшать плодородие, способствовать эрозии и увеличивают пожарную опасность [14,15].

Анализ повреждения растительности и почвы на волоках помогает определить степень ущерба лесной среде и выработать эффективные методы лесовосстановления. Это, в свою очередь, способствует разработке устойчивых методов лесопользования и сохранения природных ресурсов, что важно для сохранения природных ресурсов, экономической целесообразности и устойчивого развития лесного комплекса в северном лесном районе.

Исходя из вышесказанного, целью данного исследования является определение влияния сплошных рубок на состояние почвенно-растительного покрова на

волоках, покрытых порубочным остатками, в северно-таёжном лесном районе Архангельской области.

Объекты и методы. Для изучения последствий рубки в Карпогорском лесничестве, в Карпогорском участковом лесничестве в 113 квартале в 54 выделе на лесосеке, пройденной в феврале-марте 2024 года сплошными рубками с использованием Харвестера и Форварда, был заложен опытный участок.

Тип леса до рубки – Ельник черничный. Состав 8Е1С1Б+Л. Насаждение с возрастом главной породы 140 лет, высотой 16 м и диаметром 18 см. Бонитет 5, полнота 0,6. Запас на 1 га 145 куб.м. Площадь вырубki составила 11 га (рис. 1).

Способ разработки лесосеки – пасечный, ширина волока составила 5 метров, ширина пасеки 18 метров.



Рисунок 1. Подобранный опытный участок после сплошной рубки

В целях исследования на вырубке были подобраны типичные волока и пасеки, в которых заложили 3 пробные площади (ПП) со сторонами 20х35 метров¹, включающие в себя волоки и пасеки.

Для определения влияния и характеристик порубочного остатка на открытом участке каждого волока в уложенном слое

отходов вырубki закладывали, вырезали и взвешивали 6 квадратов 0,25 м² (50х50 см). Мощность вырезанного слоя измеряли по всем 4 сторонам. Определяли степень разложения извлечённого порубочного остатка.

Для классификации лесной почвы² и установления нетронутого эталона на па-

¹ОСТ 56-69-83 / Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Введ. 1984-01-01. М.: ЦБПТИ Гослесхоза СССР, 1984. 60 с.

² Классификация и диагностика почв России / Шишов Л. Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2004. 342 с.

секе лесосеки заложили почвенный разрез, а для определения степени повреждения и изменений почвенных горизонтов на месте отбора образцов лесной подстилки и порубочных остатков в колее и межколейном пространстве волока и на пасеке заложили 36 прикопок. Для изучения изменений свойств почвы в каждой прикопке отбирали опытные образцы при помощи бурика с известным объемом с глубины воздействия лесозаготовительной техники (0-10 и 10-20 см), врезая его вертикально в почвенные горизонты³. Позже в лаборатории образцы обрабатывали, просушивая до абсолютно сухого состояния, после чего определяли полевую влажность, плотность сложения почвы, гигроскопическую влагу и плотность твердой фазы (пикнометрическим методом). Рассчитывали средние данные по волокам и пасекам.

Для изучения влияния рубок на живой напочвенный покров (ЖНП) в месте отбора образцов был проведен его анализ методом закладки 10 пробных площадок размерами 1х1 м на каждом волоке и пасеке. Учитывали видовой состав и процентное проективное покрытие.

Для определения показателей лесной подстилки на месте отбора образцов порубочного остатка на волоках и в типичном месте пасек с помощью рамки 0,1 х 0,1 м вырезали опытный образец. У каждого образца подстилки делали замеры мощности с каждой из 4 сторон с точностью до 0,5 см. После замеров образцы взвешивали и упаковывали. Позже в лаборатории образцы высушивали для определения полевой влажности (W , %), плотности сложения (d_v , г/см³) и доли пор, занятых водой (P_w , %), по формуле (1):

$$P_w = W \times d_v \quad (1)$$

Проводили изучение подроста. Для подсчета количества подроста (в пере-

счете на гектар) использовали метод учётных площадок. Подрост посчитали на волоке и пасеке (5 площадок 2х5 м на каждой) и подразделили на три качественные (жизненные) категории: жизнеспособный (здоровый), нежизнеспособный (больной) и сухой⁴.

Для оценки качества подроста предварительной генерации использовали метод модельного подроста, для чего на каждом волоке и пасеке взяли по 5 штук подроста преобладающей породы, распределённого по 3 категориям крупности. Определили диаметр, высоту и по мутовкам прирост в высоту по годам.

Для определения различий между характеристиками компонентов лесной среды в зависимости от их местоположения (пасека, волок) использовались статистические расчёты: описательная статистика и коэффициент Стьюдента.

Результаты и обсуждения. Анализ порубочных остатков, разложенных в колее и межколейном пространстве волока, показал, что средняя толщина их слоя в колее составила 2,4 см, тогда как в межколейном пространстве – 4,5 см. Средний объем порубочного остатка на волоках составил 4,2 м³/га в колее и 7,9 м³/га в межколейном пространстве, что сопоставимо с полученными данными по количеству порубочного остатка в некоторых исследованиях [16]. Степень разложения порубочных остатков составила в колее 5%, в межколейном пространстве – 4%. Вместе с тем, средняя плотность сложения порубочных остатков в колее составила 7,69 г/м³, в межколейном пространстве – 4,33 г/м³. Несмотря на различия характеристик порубочных остатков, рассчитанный коэффициент Стьюдента (при $t_{0,05}=2.12$) для средней мощности ($t=1,22$), массы на гектар ($t=0,18$), объема порубочных остатков на волоках ($t=1,22$), сте-

³ Наквасина Н. Е., Серый В.С., Семенов Б.А. Полевой практикум по почвоведению. Архангельск: АГТУ, 2007. 126 с.

⁴ Приказ Минприроды России от 29.12.2021 N 1024 (ред. от 03.08.2023) "Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления"

пени разложения ($t=1,20$) и плотности сложения ($t=1,37$) между колеями и межколейными пространствами не показал существенных различий. Причиной различий характеристик порубочного остатка, когда в колее он имеет большую массу при меньших толщинах покрытия, а следовательно, более плотный, чем в межколейном пространстве, видится удельное давление, оказываемое лесозаготовительной техникой при передвижении по колеям волока.

Одним из элементов лесной экосистемы в экономическом плане является подрост, становящийся впоследствии древостоем и определяющий состояние лесовосстановления. Эффективность лесовосстановления определяется по количеству подроста и его групп по высоте. По высоте подрост подразделяли на мелкий (до 0,5 м), средний (0,6-1,5 м) и крупный (более 1,5 м).

На опытной площадке под пологом вырубленного древостоя восстановление, в основном, шло за счет ели (70%), берёзы (20%) и осины (10%). На пасеке

количество сохранившегося в процессе рубки подроста составило 3360 штук на гектар, который, согласно приказу Минприроды России от 25.03.2019 N 188, считается подростом средней густоты. Из этого числа на жизнеспособный подрост приходится 47,62%, на ослабленный – 39,29% и на сухой – 13,1%. Лесовосстановление на пасеке происходило за счет мелкого (46,43%) и крупного (32,14%) подроста. В то же время на волоке количество подроста упало до 1320 штук на гектар (редкая густота), и сохранились после рубки преимущественно мелкие (39,39%) и средние (42,42%) группы подроста. Также значительно изменилось распределение подроста по жизнеспособности, преобладает сухой (60,61%) и подрост ослабленной категории (27,27%). Из породного состава на волоке остался лишь подрост ели.

Анализ качества подроста предварительной генерации (рис. 2) показал значительное снижение средней длины прироста крупного и среднего подроста на волоке после рубки древостоя.



Рисунок 2. Средняя длина прироста подроста ели в 2023 и 2024 гг.

Данные показывают, что резкое изменение светового и водного режима на волоке и пасеке пагубно повлияло как на количественные, так и на качественные характеристики среднего и крупного подроста теневыносливой ели. В то же время качественные характеристики мелко-подроста ели на волоке не изменились, что, возможно, связано с притенением мелкой ели порубочными остатками.

Между тем, покрытие из порубочного остатка образует “покрышку”, используемую для минимизации воздействия лесозаготовительной техники на элементы лесной среды. В частности, наличие “покрышки” влияет на характеристики живого напочвенного покрова, лесной подстилки и лесной почвы.

Так, согласно полученным данным, на опытном участке преобладают несколь-

ко видов растений живого напочвенного покрова. Травяно-кустарничковый ярус пасеки представлен брусникой (*Vaccinium vitis-idaea*), черникой (*Vaccinium myrtillus*) и ожикой лесной (*Luzula sylvatica*). В мохово-лишайниковом ярусе присутствуют два вида: плеуроциум шребера (*Pleurozium schreberi*) и брахитециум неровный (*Brachythecium salebrosum*). Данные исследования показали, что на волоке присутствуют те же виды, однако наблюдается катастрофическое падение их среднего проективного покрытия, что связано как с проходами техники, так и с покрытием поверхности порубочными остатками. Так, в пасеке среднее проективное покрытие видов брусники и черники достигает 50,8 и 34,2% соответственно, тогда как на волоке среднее проективное покрытие данных видов составило для брусники и черники по 0,5%. Вместе с тем, не меньшее воздействие проходов техники и покрытием поверхности порубочными остатками затронуло мохово-лишайниковый ярус. Так, среднее проективное покрытие видов плеуроциум шребера (63% в пасеке; 0,4% в волоке) и брахитециум неровный (27,2% в пасеке; 0,4% в волоке) значительно сократилось на волоке, по сравнению с пасекой.

Полученные данные можно объяснить как повреждениями, причинёнными лесохозяйственной техникой, так и воздействием образованной порубочным остатком "покрышки". Препятствуя проникновению солнечного света, порубочный остаток пагубно влиял на ЖНП.

Обследование образцов лесной подстилки показало, что, несмотря на наличие "покрышки" из порубочного остатка, на нее оказывается существенное воздействие лесозаготовительной техники, приводящее к отличиям характеристик средней мощности, полевой влажности и плотности сложения в колеях и межколейном пространстве волока и на пасеке. Так, средняя мощность лесной подстилки межколейного пространства составила

3,5 см, при средней мощности лесной подстилки колеи – 2,4 см, тогда как в пасеке средняя мощность лесной подстилки составила 3,3 см. Однако вычисление коэффициента Стьюдента показало, что разница средней мощности лесной подстилки колеи и в межколейном пространстве ($t=1,34$ при $t_{\text{крит}}=2,12$), а также в межколейном пространстве и на пасеке ($t=0,21$ при $t_{\text{крит}}=2,07$) незначительна. Вместе с тем разница средней мощности лесной подстилки колеи и пасеки ($t=2,65$ при $t_{\text{крит}}=2,0$) оказалась существенной.

Аналогичные данные коэффициента Стьюдента показал анализ средней плотности сложения лесной подстилки. Так, вычисление коэффициента Стьюдента средней плотности сложения лесной подстилки колеи (0,25 г/см³), межколейного пространства (0,16 г/см³) и пасеки (0,09 г/см³) показало отсутствие существенных отличий между показателями плотности сложения лесной подстилки колеи и межколейного пространства ($t=1,90$ при $t_{\text{крит}}=2,12$), а также межколейного пространства и пасеки ($t=1,86$ при $t_{\text{крит}}=2,07$). Данные плотности сложения лесной подстилки между колеёй и пасекой, напротив, показал существенное различие ($t=4,93$ при $t_{\text{крит}}=2,05$).

Средняя полевая влажность лесной подстилки межколейного пространства составила 50,9%, колеи – 53,1% и пасеки – 69,3%. Коэффициент Стьюдента средней полевой влажности между колеёй и межколейным пространством ($t=0,24$ при $t_{\text{крит}}=2,12$), межколейным пространством и пасекой ($t=1,72$ при $t_{\text{крит}}=2,07$), а также колеёй и пасекой ($t=1,57$ при $t_{\text{крит}}=2,04$) не показал существенной разницы.

Анализ почвенного разреза показал классическое строение неповреждённой техникой подзолистого почвы: мелкоподзолистая легкосуглинистая типичная на покровном среднем суглинке, подстилаемом тяжелым моренным суглинком/

Строение почвенного профиля не поврежденной техникой почвой:

$$A_0 \frac{0-7}{7} + A_2 \frac{7-18}{11} + A_2 B \frac{18-20}{2} + B \frac{20-39}{19} + BC \frac{39-60}{21} + C > 60$$

Обследование на волокe показало, что, несмотря на наличие “покрышки” из порубочного остатка, почвенные горизон-

ты подверглись значительным повреждениям (табл. 1).

Таблица 1 – Повреждение почвенного покрова на волокaх после сплошных рубок

Показатель	Волок	
	колея	междолейное
Количество прикопки с повреждениями почвенных горизонтов, %	100	100
Количество точек наблюдения с уплотнением подстилки, %	100	83,33
Количество точек наблюдения с перемешиванием горизонтов, %	100	66,67
Состав перемешанного горизонта	A0+A2+B	A0+A2
Средняя мощность перемешанного горизонта, см	10,5±1,12	10±1,60
Средняя глубина, до которой доходят повреждения почвы, см	13,8±1,05	13,5±1,66

Как видно из данных таблицы, в точках осмотра и отбора образцов, как правило, все первые горизонты почвы оказались повреждены. Основными типами повреждения почвы выступают уплотнения и перемешивание горизонтов, которые в колеях встречаются чаще, чем в междолейном пространстве (100% для колеи и 83,3% для междолейного пространства). Показательно, что в колеях средняя мощность смешанного=перемешанного горизонта несколько больше, чем в междолейном пространстве. Однако вычисление коэффициента Стюдента ($t=0,36$ при $t_{\text{крит}}=2,13$) не показало существенных различий средней мощности перемешанного горизонта между колеями и междолейным пространством. Вместе с тем наблюдается различие в составе перемешанного горизонта в колеях (горизонты A0+A2+B) и междолейного пространства (горизонты A0+A2). В колеях чаще примешивается горизонт B (иллювиальный, ярко окрашенный), что косвенно

говорит о большей глубине повреждения. При этом, как видно из данных таблицы, повреждения в среднем доходят до глубины 13,8 см в колеях и 13,5 см в междолейном пространстве. Вычисления коэффициента Стюдента средней глубины повреждений в колеях и междолейном пространстве ($t=0,42$ при $t_{\text{крит}}=2,12$) не выявило существенных различий.

Анализ характеристик почвенных горизонтов волокa и пасеки на глубине 0-10 см и 10-20 см (табл. 2) показал, что средняя доля пор, занятых водой на пасеке на глубине 0-10 см ($18,5\pm0,63\%$) и 10-20 см ($18,6\pm0,43\%$), меньше, чем в колеях и междолейном пространстве. В то же время средняя доля пор, занятых водой в почве в колеях и междолейном пространстве на глубине 0-10 см и 10-20 см, не отличается. Тем не менее различия значений средней доли пор, занятых водой в почве волокa (колея и междолейное пространство) и пасеки, не значимы.

Таблица 2 – Характеристики почвенных горизонтов волокa и пасеки на глубине 0-10 и 10-20 см

Место отбора образцов	Средняя доля пор, занятых водой, %		Средняя полевая влажность почвы (Wпол), %		Средняя плотность сложения почвы, г/см ³	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Колея	19,0±1,25	19,3±1,36	17,4±0,81	17,6±0,85	1,08±0,06	1,10±0,08
Междолейное	19,0±2,09	19,1±3,05	19,8±2,54	17,1±1,62	1,05±0,09	1,21±0,16
Пасека	18,5±0,63	18,6±0,43	19,3±0,57	19,1±0,72	0,96±0,03	1,00±0,04

Также минимальная средняя полевая влажность почвы на глубине 0-10 см зафиксирована в колее ($17,4 \pm 0,81\%$), наибольшая – в межколейном пространстве ($19,8 \pm 2,54\%$). При этом на глубине 10-20 см показатели изменяются. Так, минимальное среднее значение полевой влажности почвы стало в межколейном пространстве ($17,1 \pm 1,62\%$), в то же время значение в колее ($17,6 \pm 0,85\%$) изменилось не сильно. В пасеке с повышением глубины среднее значение полевой влажности почвы несколько уменьшается ($19,3 \pm 0,57\%$ на глубине 0-10 см и $19,1 \pm 0,72\%$ на глубине 10-20 см). Однако различия средней полевой влажности почвы не значимы.

Минимальная средняя плотность сложения почвы зафиксирована на пасеке ($0,96 \pm 0,03$ г/см³ на глубине 0-10 см и $1,0 \pm 0,04$ г/см³ на глубине 10-20 см). На волоке в зависимости от глубины данные различаются. Так, на глубине 0-10 см средняя плотность сложения в колее ($1,08 \pm 0,06$ г/см³) больше, чем в межколей-

ном пространстве ($1,05 \pm 0,09$ г/см³). Но в то же время на глубине 10-20 см показатели средней плотности сложения в межколейном пространстве ($1,21 \pm 0,16$ г/см³) больше, чем в волоке ($1,10 \pm 0,08$ г/см³).

Данные показывают изменение характеристик почвы. Так, в колее на глубине 0-10 см при меньшей влажности, чем в межколейном пространстве, плотность сложения выше. Это может быть вызвано более высоким уровнем уплотнения и перемешивания почвенных горизонтов колеей в отличие от межколейного пространства или нетронутой пасеки. Как можно видеть из данных анализа почвы, при наличии “покрышки” из порубочного остатка почвенные горизонты все равно повреждаются и подвергаются трансформации. Однако проведенные расчеты коэффициента Стьюдента (табл. 3) не показали существенных различий между показателями, что может быть связано с защитным влиянием хорошо уложенных на волок порубочных остатков.

Таблица 3 – Результаты расчета коэффициента Стьюдента

Место отбора образцов		Средняя доля пор, занятых водой, %		Полевая влажность почвы (Wпол), %		Плотность сложения почвы, г/см³		α
		0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	
	tкрит	t						0,05
Межколейное	2,12	0,01	0,06	0,91	0,24	0,24	0,58	
Коля								
Межколейное	2,07	0,20	0,13	0,19	1,12	0,90	1,28	
Пасека								
Коля	2,05	0,31	0,43	1,94	1,38	1,58	1,12	
Пасека	2,05	0,31	0,43	1,94	1,38	1,58	1,12	

Заключение. Проведенный анализ показал, что порубочные остатки оказывают существенное влияние на компоненты лесной среды путем формирования “покрышки” на волоках. Несмотря на то, что “покрышка” повышает пожарную опасность, хвойный лапник и ветви являются источником питательных веществ для будущей генерации подроста, подлеска и живого напочвенного покрова. Однако порубочные остатки, подвергаясь уплотнению на колёях, перекрывают доступ солнечного света и воды для живого напочвенного покрова, значительно снижая

его биоразнообразие и проективное покрытие. Вместе с тем, “покрышка” из порубочного остатка в северной тайге даже в условиях древостоев 5-го класса бонитета предотвращает разрушительное воздействие на лесную подстилку и почву лесозаготовительной техники. Так, анализ характеристик почвенных горизонтов на волоке (колёя и межколейное пространство) не обнаружил существенных отличий по сравнению с почвенными горизонтами пасеки, что можно объяснить защитным влиянием “покрышки”. В то же время анализ характеристик лесной подстилки воло-

ка показал существенное различие между характеристиками лесной подстилки колеи волока и пасеки, что произошло в результате уплотнительных процессов в колее волока и недостаточного уровня защитных функций «покрышки». Однако уплотняющее воздействие в межколейном пространстве оказалось меньше, и защитные функции порубочных остатков привели к

тому, что разница характеристик лесной подстилки межколейного пространства и пасеки оказалась несущественной.

В целом, можно сказать, что сформированная из порубочного остатка «покрышка» на волоках является больше положительным явлением, снижая воздействие на растительный и почвенный покров при проведении лесозаготовительных работ.

Список источников

1. Трушевский П.В. Должиков И.С. Григорьев И.В. [и др.] Определение доступного запаса порубочных остатков на лесосеке после сплошной рубки по скандинавской технологии // *Resources and Technology*. 2024. Т. 21, № 3. С. 57-74. doi: 10.15393/j2.art.2024.7863. EDN: ITHXBS
2. Miller Chet & Boston Kevin. The Quantification of Logging Residues in Oregon with Impacts on Sustainability and Availability of Raw Material for Future Biomass Energy. *Euro. Journal of Forest Engineering*. (2017). 3. Pp. 16-22.
3. Левковская М.В., Сарнацкий В.В. Влияние лесозаготовительной техники на изменение водно-физических свойств почв сосняков мшистых в результате проведения проходных рубок // *Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2018. № 2 (210). С. 50-55. EDN: UVQEXU
4. Дымов А.А. Влияние сплошных рубок в бореальных лесах России на почвы (обзор) // *Почвоведение*. 2017. № 7. С. 787-798. doi: 10.7868/S0032180X17070024. EDN: YTMZJ
5. Шатравко В.Г. Экологические и экономические аспекты использования порубочных остатков // *Труды БГТУ. №1. Лесное хозяйство*. 2012. № 1. С. 130-132. EDN: GUEDZO
6. Törmänen Tiina. Bioenergy from forests: Impact of logging residues on the carbon and nitrogen cycles. *Dissertationes Forestales*. 2022. doi: 10.14214/df.334
7. Hanssen Kjersti & Fløistad Inger & Granhus Aksel & Søgaaard, Gunnhild. Harvesting of logging residues affects diameter growth and pine weevil attacks on Norway spruce seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2017. 33. Pp. 1-10. doi: 10.1080/02827581.2017.1315957
8. Изменение видового разнообразия в сосняках в зависимости от систем рубок главного пользования, лесовосстановления и очистки лесосек от порубочных остатков / Г.Я. Климчик, О.Г. Бельчина, Д.В. Шиман, М.В. Юшкевич // *Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2020. № 2 (234). С. 32-38. EDN: IEPGNK
9. Амосова И.Б., Корельская М.А. Возобновление лиственницы на участках с разным режимом лесопользования // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2016. № 2-1. С. 24-28. EDN: WKPIIB
10. Тарасов П.А., Бакшеева Е.О., Иванов В.А. Исследование влияния мульчирования сплошной вырубкой на температуру почвы // *Вестник КрасГАУ*. 2015. № 8. С. 75-80. EDN: UHVSGR
11. Liu Qiang & Sun Yue & Wang Gerong & Cheng Fushan & Xia Fucui. Short-term effects of thinning on the understory natural environment of mixed broadleaf-conifer forest in Changbai Mountain area, Northeast China. *PeerJ*. (2019) 7. e7400. doi:10.7717/peerj.7400
12. Törmänen Tiina & Lindroos Antti-Jussi & Kitunen Veikko & Smolander Aino. Logging residue piles of Norway spruce, Scots pine and silver birch in a clear-cut: Effects on nitrous oxide emissions and soil percolate water nitrogen. *Science of The Total Environment*. (2020). 738. 139743. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139743
13. Wang Hongxing & Chen Dongsheng & Wu Chunyan & Guo Liangdong & Sun Xiaomei & Zhang Shougong. Forest thinning alleviates the negative effects of precipitation reduction on soil microbial diversity and multifunctionality. *Biology and Fertility of Soils*. (2023). 59 (4). Pp 1-18. doi: 10.1007/s00374-023-01716-6
14. Федорченко И.С., Бакач В.А., Беляев Д.А. Влияние порубочных остатков на возникновение и распространение лесных пожаров // *Лесозаготовка и комплексное использование древесины: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск*. 2020. С. 212-214. EDN: SLSEHC
15. Белов Л.А. Залесов Е.С. Зарипов Ю.В. Оплетаев А.С. Осипенко Р.А. Опыт естественной рекультивации отходов лесопиления и деревообработки // *Леса России и хозяйство в них*. 2018. № 4 (67). С. 20-29. EDN: VUZQMD
16. Ilintsev A., Nakvasina E., Tretyakov S., Koptev S., Bogdanov A. / The impact of modern logging on the forest environment of felling site in the context of climate change. *XV World Forestry Congress: Building a green, healthy and resilient future with forests*; 2-6 May 2022, Seoul, Republic of Korea [Electronic resource]. URL: <https://drive.google.com/file/d/190XjPT5JO83nfr-aQl-UWhW1Mke9qG7D/view?usp%20target> (accessed November 25, 2023)

References

1. Trushevsky P.V. Dolzhikov I.S. Grigoriev I.V. [et al.] Determination of the available stock of logging residues in the cutting area after clean felling using scandinavian technology. *Resources and Technology*. 2024;Vol.21,No.3:57-74 (In Russ.). doi: 10.15393/j2.art.2024.7863.
2. Miller Chet & Boston Kevin. The Quantification of Logging Residues in Oregon with Impacts on Sustainability and Availability of Raw Material for Future Biomass Energy. *Euro. Journal of Forest Engineering*. 2017;3:16-22.
3. Levkovskaya M.V., Sarnatskiy V.V. Influence of logging equipment on the water-physical properties of soil of moss-covered pine forests as a result of thinnings. *Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources*. 2018;2(210):50-55 (In Russ.).
4. Dymov A.A. The impact of clearcutting in boreal forests of russia on soils: a review. *Eurasian Soil Science*. 2017;7:787-798. doi: 10.7868/S0032180X17070024
5. Shatravko V.G. Ekologicheskiye i ekonomicheskiye aspekty ispol'zovaniya porubochnykh ostatkov. *Proceedings of BSTU. No. 1. Forestry*. 2012. No. 1. Pp. 130-132 (In Russ.).
6. Törmänen Tiina. Bioenergy from forests: Impact of logging residues on the carbon and nitrogen cycles. *Dissertationes Forestales*. 2022. doi: 10.14214/df.334
7. Hanssen Kjersti & Fløistad Inger & Granhus Aksel & Søgaard Gunnhild. Harvesting of logging residues affects diameter growth and pine weevil attacks on Norway spruce seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2017;33:1-10. doi: 10.1080/02827581.2017.1315957
8. Klimchik G.Ya., Bel'chyna O.G., Shyman D.V., Yushkevich M.V. Change of species diversity in pineies depending on main use systems, forest recovery and cleaning of forestry from cutting residues. *Proceedings of BSTU. Issue 1, Forestry, Nature management, Processing of renewable resources*. 2020;2(234):32-38 (In Russ.).
9. Amosova I.B., Korelskaya M.A. Reforestation of larch in areas with different forest management regime. *Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2016. No. 2-1. Pp. 24-28 (In Russ.).
10. Tarasov P.A., Baksheeva E.O., Ivanov V.A. Research of the clear cut mulching influence on the soil temperature. *Bulletin of KrasSAU*. 2015;8:75-80 (In Russ.).
11. Liu Qiang & Sun Yue & Wang Gerong & Cheng Fushan & Xia Fucui. Short-term effects of thinning on the understory natural environment of mixed broadleaf-conifer forest in Changbai Mountain area, Northeast China. *PeerJ*. 2019; 7:e7400. doi:10.7717/peerj.7400
12. Törmänen Tiina & Lindroos Antti-Jussi & Kitunen Veikko & Smolander Aino. Logging residue piles of Norway spruce, Scots pine and silver birch in a clear-cut: Effects on nitrous oxide emissions and soil percolate water nitrogen. *Science of The Total Environment*. 2020;738:139743. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139743
13. Wang Hongxing & Chen Dongsheng & Wu Chunyan & Guo Liangdong & Sun Xiaomei & Zhang Shougong. Forest thinning alleviates the negative effects of precipitation reduction on soil microbial diversity and multifunctionality. *Biology and Fertility of Soils*. 2023;59(4):1-18. doi: 10.1007/s00374-023-01716-6
14. Fedorchenko I.S., Bakach V.A., Belyaev D.A. Influence of felling residues on the formation and dissemination of forest fires. *Lesoekspluatatsiya i kompleksnoe ispol'zovanie drevesiny. Proc. of All-Russian Sci. and Pract. Conf.* 2020. Pp. 212-214 (In Russ.).
15. Belov L.A., Zalesov E.S., Zaripov J.U.V., Opletaev A.S., Osipenko P.A. Natural recultivation experience of sawmilling and wood-working wastes. *Forests of Russia and economy in them*. 2018;4(67):20-29 (In Russ.).
16. Iintsev A., Nakvasina E., Tretyakov S., Koptev S., Bogdanov A. The impact of modern logging on the forest environment of felling site in the context of climate change. *XV World Forestry Congress: Building a green, healthy and resilient future with forests*; 2-6 May 2022, Seoul, Republic of Korea [Electronic resource] URL: <https://drive.google.com/file/d/190XjPT5JO83nfr-aQI-UWhW1MkE9qG7D/view?usp%20target=> (accessed November 25, 2023)

Информация об авторах

Николай Иванович Царев – аспирант 2-го курса высшей школы естественных наук и технологий, инженер-лесопатолог 2-й категории отдела защиты лесов и государственного лесопатологического мониторинга, tsarevni@rcfh.rosleshoz.gov.ru;

Елена Николаевна Наквасина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, e.nakvasina@narfu.ru.

Information about the authors

Nikolay I. Tsarev – 2nd year postgraduate student, Higher School of Natural Sciences and Technologies; 2nd category forest pathologist engineer, Department of Forest Protection and State Forest Pathology Monitoring, tsarevni@rcfh.rosleshoz.gov.ru;

Elena N. Nakvasina – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Forestry and Forest Management, e.nakvasina@narfu.ru.

Статья поступила в редакцию 03.03.2025; одобрена после рецензирования 29.04.2025; принята к публикации 13.05.2025.

The article was submitted 03.03.2025; approved after reviewing 29.04.2025; accepted for publication 13.05.2025.