

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.8>

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОД ПОЛОГОМ ИСКУССТВЕННЫХ
СОСНЯКОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННОМ ЗОЛОТВАЛЕ РЕФТИНСКОЙ ГРЭС

Научная статья

Осипенко Р.А.¹, Осипенко А.Е.^{2,*}, Корчагин И.Е.³, Зведенинова Е.В.⁴, Клинов А.С.⁵

¹ ORCID : 0000-0003-3359-3079;

² ORCID : 0000-0002-6148-1747;

³ ORCID : 0000-0003-1272-8579;

⁵ ORCID : 0000-0001-8229-4126;

^{1,2,3,4,5} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (osipenkoae[at]m.usfeu.ru)

Аннотация

В статье приведены результаты исследований живого напочвенного покрова, произрастающего под пологом культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданных на рекультивированном золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС. Приведена таксационная характеристика восьми участков лесных культур 20-31-летнего возраста, проанализирован видовой состав, надземная фитомасса и проективное покрытие живого напочвенного покрова. Указано к каким фитоценозам относятся виды живого напочвенного покрова. Приведено сравнение результатов данного исследования с результатами исследования, проведенного в 2012 г. В 2022 году на исследуемой территории зафиксирован 31 вид живого напочвенного покрова. Это на 12 меньше, чем было зафиксировано десять лет назад, при этом совпадающих видов зафиксировано всего 16. Наиболее часто под пологом искусственных сосняков встречаются следующие виды: мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* L. House), чина душистая (*Lathyrus odoratus* (L.)), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* (L.)), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), фиалка душистая (*Viola odorata* (L.)). Надземная фитомасса живого напочвенного покрова под пологом исследуемых сосняков варьирует в пределах от 5,6 до 175,1 кг/га. С увеличением возраста лесных культур надземная фитомасса и проективное покрытие живого напочвенного покрова под их пологом уменьшаются. При этом происходит сокращение доли фитомассы луговых видов и увеличение доли лесных видов. Общее количество видов также сокращается при увеличении возраста лесных культур.

Ключевые слова: живой напочвенный покров, лесные культуры, *Pinus sylvestris*, золоотвал, Рефтинская ГРЭС, фитомасса, проективное покрытие, видовой состав, рекультивация.

CHARACTERISTICS OF THE LIVING GROUND COVER UNDER THE CANOPY OF ARTIFICIAL PINE
FORESTS GROWING ON THE RECLAIMED ASH DUMP OF REFTINSKAYA GRES

Research article

Osipenko R.A.¹, Osipenko A.E.^{2,*}, Korchagin I.Y.³, Zvedeninova Y.V.⁴, Klinov A.S.⁵

¹ ORCID : 0000-0003-3359-3079;

² ORCID : 0000-0002-6148-1747;

³ ORCID : 0000-0003-1272-8579;

⁵ ORCID : 0000-0001-8229-4126;

^{1,2,3,4,5} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (osipenkoae[at]m.usfeu.ru)

Abstract

The article presents the results of studies of living ground cover growing under the canopy of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crops created at the reclaimed ash dump No. 1 of the Reftinskaya GRES. The taxational characteristics of eight sites of forest crops aged 20-31 years are given; the species composition, aboveground phytomass and the projective cover degree of living ground cover are analyzed. It is indicated to which phytocenoses the species of living ground cover belong. The results of this study are compared with the results of a study conducted in 2012. In 2022, 31 species of living ground cover were recorded in the study area. This is 12 fewer than it was recorded ten years ago, while only 16 matching species were recorded. The following species are most often found under the canopy of artificial pine forests: meadow bluegrass (*Poa pratensis* L.), sidebells wintergreen (*Orthilia secunda* L. House), sweet pea (*Lathyrus odoratus* (L.)), red clover (*Trifolium pratense* L.), wild strawberry (*Fragaria vesca* (L.)), fireweed (*Chamaenerion angustifolium* L.), tufted vetch (*Vicia cracca* L.), and wood violet (*Viola odorata* (L.)). The aboveground phytomass of the living ground cover under the canopy of the studied pine forests varies from 5.6 to 175.1 kg/ha. With increasing age of forest crops, the aboveground phytomass and the projective cover degree of the living ground cover under their canopy decrease. At the same time, there is a decrease in the proportion of phytomass of meadow species and an increase in the proportion of forest species. The total number of species also decreases with increasing age of forest crops.

Keywords: living ground cover, forest crops, *Pinus sylvestris*, ash dump, Reftinskaya GRES, phytomass, projective cover degree, species composition, reclamation.

Введение

Ввиду различных требований к лесорастительным условиям живой напочвенный покров (ЖНП) выступает в роли индикатора состояния лесорастительных условий, оказывает значительное влияние на свойства почвы в лесу, микроклимат. Влиянию ЖНП также подвержены процессы возобновления леса и развития корневых систем растений. Особенно важно уделять внимание данному компоненту лесных насаждений в условиях, когда ведется лесохозяйственная рекультивация нарушенных земель, так как его характеристика может предопределить требуемые лесохозяйственные мероприятия [1].

В связи с тем, что на некоторых видах нарушенных земель процесс восстановления растительности может затягиваться на десятилетия, бывают ситуации, когда без вмешательства человека обойтись нельзя [2], [3], [4], [5]. Одним из таких объектов, требовавших вмешательства человека, является золоотвал № 1 Рефтинской ГРЭС [6], [7]. Площадь данного золоотвала составляет 440 га. Его рекультивация длилась с 1992 по 2011 гг. [8].

В 2012 году коллектив авторов Уральского государственного лесотехнического университета провели оценку видового состава живого напочвенного покрова на объектах лесной рекультивации золоотвала Рефтинской ГРЭС [6]. В нашем исследовании мы предприняли попытку осуществить повторные исследования данного вопроса спустя десять лет.

Цель исследования – изучение видового разнообразия и надземной фитомассы живого напочвенного покрова под пологом лесных культур сосны, произрастающих на золоотвале №1 Рефтинской ГРЭС.

Методы и принципы исследования

Объектом исследований является живой напочвенный покров под пологом лесных культур сосны, произрастающих на золоотвале №1 Рефтинской ГРЭС. Под термином живой напочвенный покров (ЖНП) мы понимаем совокупность травянистых растений, полукустарников, кустарничков, мхов и лишайников, произрастающих на покрытых и не покрытых лесом землях [9]. Однако в настоящем исследовании изучались виды, относящиеся к травянистым растениям, полукустарникам и кустарничкам. Мхи и лишайники в рамках данной работы не изучались.

Рефтинский золоотвал № 1 находится на территории ГКУ СО «Сухоложское лесничество». Лесничество расположено в таежной лесорастительной зоне, Средне-Уральского таежного лесного района [10].

В ходе рекультивации золоотвала производилась механизированная посадка лесных культур лесопосадочной машиной ЛМД-81. Посадка производилась на заранее насыпанный слой почвогрунта толщиной 10-50 см [7]. Посадочный материал имел возраст 2-4 года. Преимущественно садили сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris* L.), но были и эксперименты с другими древесными и кустарниковыми породами [11], [12].

Таксационная характеристика древостоев, под пологом которых изучался ЖНП, определялась по данным, собранным на пробных площадях (ПП). Размеры пробных площадей составляли от 0,21 до 0,30 га и подбирались таким образом, чтобы охватить достаточное количество деревьев при определенном диаметре [13]. ПП ограничивались в натуре визирными линиями и закреплялись по углам столбами, выкрашенными в красный цвет. Координаты местонахождения ПП фиксировались туристическим GPS-навигатором Garmin eTrex Touch 25.

На пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев. Диаметры замерялись на высоте 1,3 м. Для каждого элемента леса измерялись высоты (не менее 20 деревьев). Средняя высота определялась графически по графику высот. Высота измерялась с точностью до 0,1 м с помощью высотомера SUUNTO PM-5/1520 PC. Средний возраст элементов леса определялся по данным лесоустройства и уточнялся при помощи возрастного бурава. Керны брались у 10 деревьев каждого элемента леса, после чего высчитывался среднее арифметическое значение. Для определения запаса древостоя использовались таблицы объемов стволов в коре различных пород [14]. Местонахождение и описание исследуемых лесных культур представлено в таблице 1. В связи с тем, что координаты пробных площадей не были зафиксированы при предыдущем исследовании, места закладки ПП в нашем исследовании отличаются. Это могло оказать влияние на результаты исследования.

Таблица 1 - Местонахождение и описание объектов исследования

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.8.1>

№ ПП	№ квартала	№ выдела	Координаты GPS	Год посадки	Средний шаг посадки, м	Ширина междурядий, м	Густота посадки, тыс. шт./га
P11	107	29	57°07.523 с.ш. 061°45.99 4' в.д.	2005	0,60	3,0	5,6
P10	107	25	57°7.624' с.ш. 061°45.89 7' в.д.	2003	0,75	6,5	2,0
P5	107	20	57°06.864	2001	0,90	2,6	4,2

			с.ш. 061°44.23 9' в.д.				
P7	107	13	57°06.883 с.ш. 061°45.43 0' в.д.	1999	0,64	3,2	4,9
P3	107	6	57°06.825 с.ш. 061°43.92 5' в.д.	1998	0,67	2,3	6,5
P13	107	3	57°07.614 с.ш. 061°44.95 3' в.д.	1997	0,75	3,4	3,9
P9	107	4	57°07.686 с.ш. 061°45.93 9' в.д.	1996	0,55	3,3	5,5
P1	107	8	57°06.667 с.ш. 061°43.82 7' в.д.	1992	0,70	3,3	4,3

Для изучения состояния ЖНП на каждой пробной площадке закладывалось не менее 20 учетных площадок размером 0,5×0,5 м (0,25 м²) [13]. Проектное покрытие определялось для отдельных видов визуально [15]. Для определения фитомассы ЖНП все растения на учетных площадках срезались на уровне поверхности почвы. Срезанная масса ЖНП упаковывалась в пакеты и маркировалась. В лабораторных условиях, срезанный на каждой учетной площадке, живой напочвенный покров разбирался по видам и взвешивался. Затем каждая навеска высушивалась при температуре 105°C до постоянной массы и взвешивалась повторно для определения фитомассы в абсолютно сухом состоянии.

Виды растений устанавливались с помощью определителей [16], [17], [18], [19]. После определения все виды растений ЖНП распределялись по семействам и ценотипам: лесные, луговые, лесолуговые, лесные и луговые синантропы [20].

Основные результаты

В таблице 2 представлена таксационная характеристика искусственных древостоев, под пологом которых проводилось исследование живого напочвенного покрова. Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом виде под пологом исследуемых сосняков приведена в таблице 3.

Таблица 2 - Таксационная характеристика искусственных древостоев

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.8.2>

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота текущая, тыс. шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Относительная полнота	Запас древесины, м ³ /га	Класс бонитета
		Возраст биологический, лет	Высота, м	Диаметр, см					
P11	10С	20	8,2	8,0	3,2	16	0,7	62	II
P10	10С	22	11,7	11,7	1,6	17	0,6	99	Ia
	+Ос	15	9,0	4,5	0,04	0,1	0	0,3	
P5	10С	24	11,0	10,7	2,7	25	0,8	151	Ia
P7	10С	26	11,5	9,5	3,9	28	0,8	175	I
P3	10С	27	10,3	10,4	3,0	26	0,9	151	II
P13	10С	26	10,5	8,6	3,7	21	0,7	127	II
	+Ос	20	8,9	6,0	0,1	0,2	0	1	
P9	10С	27	12,5	11,0	2,9	28	0,8	186	I
	+Ос	25	7,0	5,3	0,1	0,1	0	0,5	

P1	10С	31	14,6	13,4	2,6	37	1,0	273	Ia
	+Б	25	12,3	8,8	0,02	0,1	0	1	

Таблица 3 - Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом виде под пологом исследуемых сосняков

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.8.3>

Вид живого напочвенного покрова	№ пробной площади							
	P11	P10	P5	P7	P3	P13	P9	P1
Лесной ценотип								
Грушанка круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> (L.)), кг/га	0,23	2,12	–	0,16	1,02	0,73	–	–
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> (L.)), кг/га	5,47	8,25	0,42	2,28	0,84	0,25	–	0,02
Зимолубка зонтичная (<i>Chimaphila umbellata</i> (L.)), кг/га	–	–	–	0,40	0,23	7,27	2,73	–
Костяника обыкновенная (<i>Rubus saxatilis</i> (L.)), кг/га	–	–	–	–	–	–	1,00	2,75
Ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i> (L.) House), кг/га	7,23	5,13	9,06	1,23	11,31	4,16	4,72	0,05
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> (L.)), кг/га	0,06	–	–	–	–	–	–	–

Звездчатка дубравная (<i>Stellaria nemorum</i> (L.)), кг/га	–	–	0,12	–	–	–	–	–
Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> (L.)), кг/га	1,50	26,63	–	–	–	–	–	–
Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i> (L.)), кг/га	–	–	–	–	–	–	–	1,03
Луговой ценотип								
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> (L.)), кг/га	3,02	1,66	–	0,06	–	–	–	–
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> (L.)), кг/га	38,81	12,42	6,81	2,27	0,01	3,73	4,33	–
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> (L.)), кг/га	11,61	38,57	8,62	4,25	1,25	2,34	0,87	0,10
Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> (L.)), кг/га	4,82	22,28	0,26	1,48	–	0,37	0,64	–
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> (L.) C. Presl), кг/га	–	1,60	1,72	2,04	1,02	–	–	0,14
Тысячелистник	4,88	0,20	–	1,30	0,33	–	–	–

обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> (L.)), кг/га								
Чина душистая (<i>Lathyrus odoratus</i> (L.)), кг/га	1,94	5,73	5,53	8,13	0,05	2,05	0,17	0,60
Лесолуговой ценотип								
Золотарник обыкновенный (<i>Solidago virgaurea</i> (L.)), кг/га	–	4,18	–	1,22	–	0,24	–	–
Клевер люпиновидный (<i>Trifolium lupinaster</i> (L.)), кг/га	19,48	0,26	7,25	–	1,34	–	0,01	–
Нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i> (L.)), кг/га	–	–	–	–	0,02	–	–	–
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> (L.)), кг/га	4,86	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка зонтичная (<i>Hieracium umbellatum</i> (L.)), кг/га	17,21	11,54	16,16	4,26	–	0,95	–	–
Фиалка душистая (<i>Viola odorata</i>)	1,49	–	–	0,12	0,41	0,52	0,12	0,75

(L.), кг/га									
Синантропный ценотип									
Борщевик обыкновенный (<i>Heracleum sphondylium</i> (L.)), кг/га	–	–	–	–	–	–	–	–	0,14
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.)), кг/га	7,37	23,52	7,88	0,69	7,28	1,21	–	–	–
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> (L.)), кг/га	–	–	3,24	0,14	–	–	–	–	–
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> (L.)), кг/га	2,42	0,68	–	0,08	–	–	–	–	–
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> (L.)), кг/га	0,54	3,02	–	0,19	0,82	0,87	–	–	–
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> (L.)), кг/га	–	0,80	–	–	–	–	–	–	–
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> (L.)), кг/га	1,96	1,45	4,66	2,90	–	–	–	–	–

(L.), кг/га								
Скерда мелкоцв етковая (<i>Crepis micrantha</i> (L.)), кг/га	–	1,91	–	–	–	–	–	–
Прибрежный ценотип								
Тростни к обыкновенный (<i>Phragmites australis</i> (L.)), кг/га	11,54	3,14	1,73	4,30	0,42	–	–	–
Итого на ПП, кг/га	146,44	175,09	73,46	37,50	26,35	24,69	14,58	5,58

Наибольшее количество произрастающих видов, на золоотвале №1 Рефтинской ГРЭС, относятся к семействам бобовые (*Fabaceae*): *Vicia cracca* (L.), *Trifolium pratense* (L.), *Lathyrus odoratus* (L.), *Trifolium lupinaster* (L.), *Trifolium repens* (L.) С. Presl; астровые (*Asteraceae*): *Cirsium arvense* (L.), *Hieracium umbellatum* (L.), *Achillea millefolium* (L.), *Crepis micrantha* (L.), *Tanacetum vulgare* (L.), *Taraxacum officinale* (L.), *Leucanthemum vulgare* (L.), *Tussilago farfara* (L.), *Solidago virgaurea* (L.), *Artemisia vulgaris* (L.); и вересковые (*Ericaceae*): *Pyrola rotundifolia* (L.), *Chimaphila umbellata* (L.), *Orthilia secunda* (L.) House, *Vaccinium myrtillus* (L.).

Наибольшее распространение по исследуемому участку имеют виды из семейства: *Fabaceae* – *Trifolium pratense* L. и *Vicia cracca* L.; *Asteraceae* – *Hieracium umbellatum* L., *Artemisia vulgaris* L., *Tanacetum vulgare* L. и *Achillea millefolium* L.; *Poaceae* – *Poa pratensis* L.

Для комплексной и подробной оценки живого напочвенного покрова важно оценить распределение его видов и надземной фитомассы по ценотипам, графическое отображение наших данных представлено на рисунках 1 и 2.

Наибольшее количество видов зафиксировано на ПП Р10, что объясняется наименьшей относительной полнотой древостоя. Наименьшее количество видов наблюдается на ПП Р9 и Р1, характеризующихся наибольшими возрастом и высотой древостоев, и их высокой относительной полнотой.

Под пологом более молодых лесных культур (ПП Р11, Р10, Р5, Р7) как по количеству видов, так и по фитомассе преобладают луговые виды. Под пологом сосняков более старшего возраста (ПП Р3, Р13, Р9, Р1) по фитомассе преобладают лесные виды, что свидетельствует о том, что под данными древостоями сформировалась лесная среда.

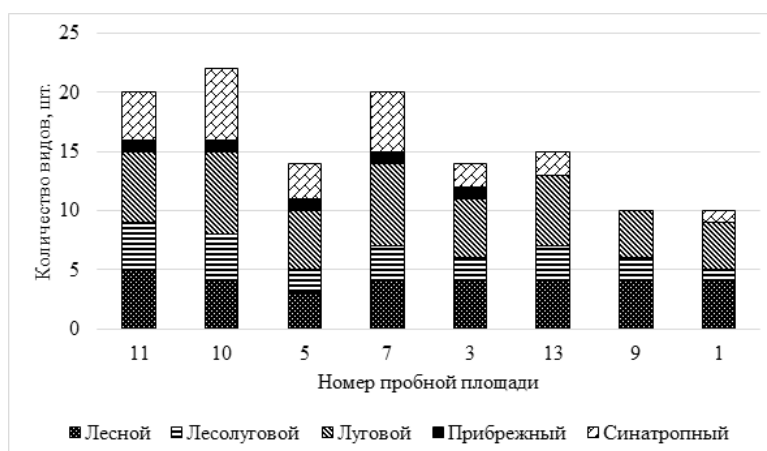


Рисунок 1 - Распределение количества видов живого напочвенного покрова по ценотипам

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.8.4>

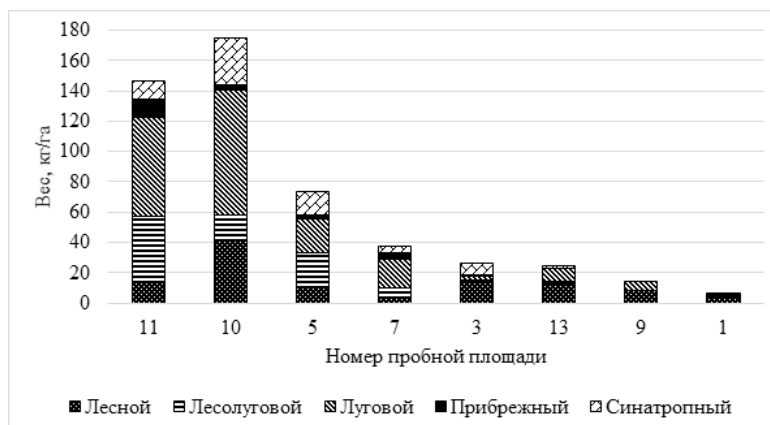


Рисунок 2 - Распределение фитомассы живого напочвенного покрова по ценотипам
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.8.5>

Данные рисунка 2 отражают нисходящий тренд надземной фитомассы ЖНП в зависимости от увеличения возраста лесных культур. Данная зависимость согласуется с результатами, полученными 10 лет назад [6]. При этом нельзя не отметить, что абсолютные значения фитомассы ЖНП спустя десятилетие значительно сократились. Если в 2012 году фитомасса ЖНП варьировала от 12,82 до 725,39 кг/га, то на момент наших исследований она принимает значения от 5,58 – 175,09 кг/га. Кроме того, следует отметить, что с момента предыдущих исследований произошло существенное изменение в видовом составе ЖНП и сокращение количества видов с 43 до 31. В видовом составе ЖНП 16 видов присутствовали на момент наших исследований и десять лет назад, а 15 видов, зафиксированных нами, не было обнаружено 10 лет назад [6]. Соответственно, 27 видов, зафиксированных 10 лет назад не были обнаружены нами.

Соотношение надземной фитомассы ЖНП и его проективного покрытия представлены на рисунке 3.

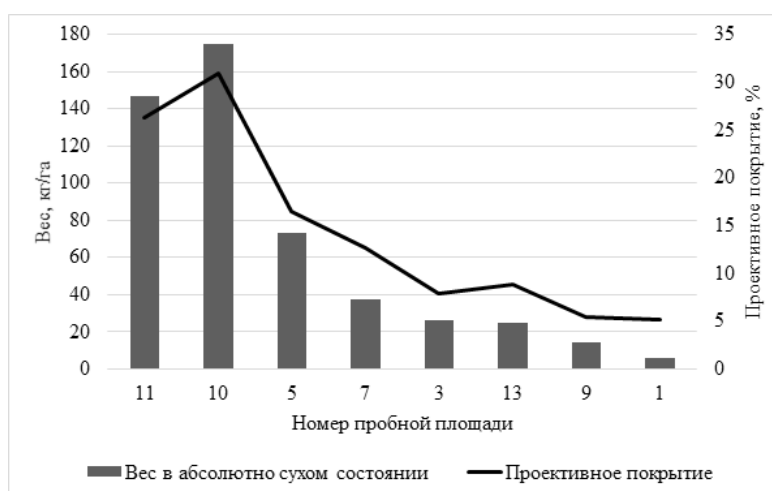


Рисунок 3 - Надземная фитомасса и среднее проективное покрытие живого напочвенного покрова
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.8.6>

Данные рисунка 3 свидетельствуют, что надземная фитомасса и проективное покрытие ЖНП уменьшаются с увеличением возраста лесных культур. Это объясняется тем, что при увеличении возраста насаждения, растет показатель относительной полноты лесных культур (как и сомкнутость крон), что приводит к сокращению количества солнечного света, проникающего под полог древостоев. Показатели проективного покрытия живого напочвенного покрова находятся в пределах от 5,1 до 31,0%.

Помимо снижения общего проективного покрытия и надземной фитомассы ЖНП в условиях недостатка солнечного света светолюбивые виды вытесняются и сменяются теневыносливыми. Этим, вероятно, и объясняются значительные изменения в видовом составе ЖНП по сравнению с данными Е. С. Залесовой с соавторами [6].

В целом данные полученные в ходе настоящего исследования, согласуются с результатами исследований десятилетней давности.

Заключение

В результате исследования были сделаны следующие выводы:

1. Всего на исследуемой территории зафиксирован 31 вид живого напочвенного покрова. Это на 12 меньше, чем было зафиксировано десять лет назад. При этом одинаковых видов зафиксировано всего 16.
2. Наиболее часто под пологом искусственных сосняков встречаются следующие виды: мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* L. House), чина душистая (*Lathyrus odoratus* (L.)), клевер луговой

(*Trifolium pratense* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* (L.)), иван-чай узколистый (*Chamaenerion angustifolium* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), фиалка душистая (*Viola odorata* (L.)).

3. За десятилетний период фитомасса ЖНП значительно уменьшилась с 12,8-725,4 кг/га, до 5,6-175,1 кг/га. При этом чем старше лесные культуры, тем меньше надземная фитомасса и проективное покрытие ЖНП под их пологом.

4. Под пологом более молодых лесных культур как по количеству видов, так и по фитомассе преобладают луговые виды. Под пологом сосняков более старшего возраста по фитомассе преобладают лесные виды.

Благодарности

Авторы выражают благодарность заместителю директора ГКУ СО «Сухоложское лесничество», канд. с.-х. наук, Юрию Валерьевичу Зарипову за содействие при проведении исследований.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

The authors express their gratitude to Yuri Valerievich Zaripov, deputy director of the "Sukholozhskoye Forest Management" SCU SB, PhD in Agricultural Sciences, for his assistance in conducting the research.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Залесов С. В. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд / С. В. Залесов, Ю. В. Зарипов, Р. А. Осипенко. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2022. — 282 с.
2. Залесов С. В. Формирование растительности на нарушенных землях горных склонов в зоне влияния медеплавильного производства / С. В. Залесов, А. Н. Михеев, Е. С. Залесова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2014. — № 1(45). — С. 15–18.
3. Осипенко Р. А. Опыт рекультивации песчаных карьеров в северной подзоне тайги / Р. А. Осипенко, Ю. В. Зарипов, Л. А. Белов и др. // Леса России и хозяйство в них. — 2020. — № 4(75). — С. 12–19.
4. Павленко Д. И. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации песчаных карьеров / Д. И. Павленко, М. С. Малая, К. А. Башегуров и др. // Леса России и хозяйство в них. — 2022. — № 2(81). — с. 19-26. DOI: 10.51318/FRET.2022.44.46.003
5. Трещевская Э. И. Рост, состояние и продуктивность кустарниковых пород в условиях отвалов железорудных месторождений / Э. И. Трещевская, И. В. Голядкина, С. В. Трещевская и др. // Лесотехнический журнал. — 2022. — Т. 12, № 4(48). — с. 60-76. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2022.4/5
6. Залесова Е. С. Видовой состав живого напочвенного покрова на объектах лесной рекультивации золоотвала Рефтинской ГРЭС / Е. С. Залесова, А. А. Зверев, А. С. Оплетаев и др. // Аграрный вестник Урала. — 2012. — № 6(98). — С. 44–47.
7. Терин А. А. Формирование лесных насаждений на рекультивированных землях в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов Свердловской области : дис. ...канд. : 06.03.02 : защищена 2014-09-25 : утв. 2014-12-15 / А. А. Терин. — Екатеринбург : 2014. — 134 с.
8. Корчагин И. Е. История рекультивации золоотвала № 1 Рефтинской ГРЭС / И. Е. Корчагин, С. В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2022. — С. 159–162.
9. Луганский Н. А. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения: учеб. пособие / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, В. Н. Луганский. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2010. — 128 с.
10. Российская Федерация. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации : Федеральный закон [принят Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации 2014-08-18 : 2014-09-29]. 2014. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339>
11. Залесов С. В. Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на рекультивированном золоотвале / С. В. Залесов, А. С. Оплетаев, А. А. Терин // Аграрный вестник Урала. — 2016. — № 8(150). — С. 15–23.
12. Залесов С. В. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2(332). — С. 66–73.
13. Бунькова Н. П. Основы фитомониторинга: учебное пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова и др. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2020. — 90 с.
14. Нагимов З. Я. Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала: Учебное пособие / З. Я. Нагимов, Л. А. Лысов, И. Ф. Коростелев и др. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2002. — 160 с.
15. Неронов В. В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России: методическое пособие / В. В. Неронов. — Москва : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.
16. Горчаковский П. Л. Определитель сосудистых растений Среднего Урала / П. Л. Горчаковский, Е. А. Шурова, М. С. Князев и др. — Москва : Федеральное государственное унитарное предприятие «Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр «Наука», 1994. — 525 с.

17. Губанов И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов — Москва : Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. — 665 с.
18. Куликов П. В. Определитель сосудистых растений Челябинской области / П. В. Куликов. — Екатеринбург : Ботсад УрО РАН, 2010. — 968 с.
19. Шанцер И. А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас / И. А. Шанцер. — Москва : Т-во научных изданий КМК, 2016. — 461 с.
20. Горчаковский П. Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова земли / П. Л. Горчаковский // Бот. журн. — 1979. — Т. 64. — С. 128–139.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zalesov S. V. Opyt lesohozjajstvennogo napravlenija rekul'tivatsii narushennyh zemel' pri razrabotke mestorozhdenij gliny, hrizotil-asbesta i redkozemel'nyh rud [Experience in the Forestry Direction of Recultivation of Disturbed Lands during the Development of Clay, Chrysotile-Asbestos and Rare Earth Pres] / S. V. Zalesov, Ju. V. Zaripov, R. A. Osipenko. — Yekaterinburg : Ural State Forestry Engineering University, 2022. — 282 p. [in Russian]
2. Zalesov S. V. Formirovanie rastitel'nosti na narushennyh zemljah gornyh sklonov v zone vlijaniya medeplavil'nogo proizvodstva [Formation of Vegetation on Disturbed Lands of Mountain Slopes in the Zone of Influence of Copper Smelting Production] / S. V. Zalesov, A. N. Miheev, E. S. Zalesova // Proceedings of Orenburg State Agrarian University. — 2014. — № 1(45). — P. 15–18. [in Russian]
3. Osipenko R. A. Opyt rekul'tivatsii peschanyh kar'erov v severnoj podzone tajgi [Experience of Sand Pit Recultivation in the Northern Taiga Subzone] / R. A. Osipenko, Ju. V. Zaripov, L. A. Belov et al. // Forests of Russia and Economy in Them. — 2020. — № 4(75). — P. 12–19. [in Russian]
4. Pavlenko D. I. Effektivnost' lesohozjajstvennogo napravlenija rekul'tivatsii peschanyh kar'erov [Efficiency of Forestry Direction of Recultivation of Sand Pits] / D. I. Pavlenko, M. S. Malaja, K. A. Bashegurov et al. // Lesa Rossii i hozjajstvo v nih [Forests of Russia and Economy in Them]. — 2022. — № 2(81). — P. 19–26. DOI: 10.51318/FRET.2022.44.46.003 [in Russian]
5. Treschevskaja E. I. Rost, sostojanie i produktivnost' kustarnikovyh porod v uslovijah otvalov zhelezorudnyh mestorozhdenij [Growth, State and Productivity of Perennial Shrubs on Dumps of Iron-Ore Mine] / E. I. Treschevskaja, I. V. Goljadkina, S. V. Treschevskaja et al. // Forestry Engineering Journal. — 2022. — Т. 12, № 4(48). — P. 60–76. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2022.4/5 [in Russian]
6. Zalesova E. S. Vidovoj sostav zhivogo napochvennogo pokrova na ob'ektah lesnoj rekul'tivatsii zolootvala Reftinskoj GRES [Species Composition of Living Ground Cover on Forest Reclamation Areas of Ash Dump at Reftinskaya GRES] / E. S. Zalesova, A. A. Zverev, A. S. Opletaev et al. // Agrarian Bulletin of the Urals. — 2012. — № 6(98). — P. 44–47. [in Russian]
7. Terin A. A. Formirovanie lesnyh nasazhdenij na rekul'tivirovannyh zemljah v podzone predlesostepnyh osnovoberezovyh lesov Sverdlovskoj oblasti [Formation of Forest Plantings on the Reclaimed Lands in the Underzone of Forest-Steppe for the Pine and Birch Woods of the Sverdlovsk Region] : dis....of PhD in Natural sciences : 06.03.02 : defense of the thesis 2014-09-25 : approved 2014-12-15 / A. A. Terin. — Ekaterinburg : 2014. — 134 p. [in Russian]
8. Korchagin I. E. Istorija rekul'tivatsii zolootvala № 1 Reftinskoj GRES [History of Reclamation of Ash Dump Number One IN Reftinskaya GRES] / I.E Korchagin, S.V. Zalesov // Nauchnoe tvorcestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii: materialy XVIII Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov i aspirantov [Scientific Creativity of Youth – to the Forest Complex of Russia: materials of the XVIII All-Russian (National) Scientific and Technical Conference of students and postgraduates]. — Yekaterinburg : Ural State Forestry Engineering University, 2022. — P. 159–162. [in Russian]
9. Luganskij N. A. Lesovedenie i lesovodstvo. Terminy, ponjatija, opredelenija: ucheb. posobie [Forestry and Forest Farming. Terms, Concepts, Definitions: training manual] / N. A. Luganskij, S. V. Zalesov, V. N. Luganskij. — Yekaterinburg : Ural State Forestry Engineering University, 2010. — 128 p. [in Russian]
10. Russian Federation. Ob utverzhdenii Perechnja lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federatsii i Perechnja lesnyh rajonov Rossijskoj Federatsii [About the Approval of the List of Forest-Growing Zones of the Russian Federation and the List of forest Areas of the Russian Federation] : Federal Law [accepted by Prikazom Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Rossijskoj Federatsii 2014-08-18 :2014-09-29]. 2014. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339> [in Russian]
11. Zalesov S. V. Formirovanie iskusstvennyh nasazhdenij sosny obyknovennoj (Pinus sylvestris L.) na rekul'tivirovannom zolootvale [Formation of Artificial Stands of Scots Pine (Pinus sylvestris L.) on Reclaimed Ash Dump] / S. V. Zalesov, A. S. Opletaev, A. A. Terin // Agrarian Bulletin of the Urals. — 2016. — № 8(150). — P. 15–23. [in Russian]
12. Zalesov S. V. Formirovanie iskusstvennyh nasazhdenij na zolootvale Reftinskoj GRES [Method of Growing Artificial Pine Stands at the Ash Dumps of the Reftinskaya Power Plant] / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A. Zverev et al. // Proceedings of Universities. Russian Forestry Journal. — 2013. — № 2(332). — P. 66–73. [in Russian]
13. Bun'kova N. P. Osnovy fitomonitoringa: uchebnoe posobie [Base Phytomonitoring: training manual] / N .P. Bun'kova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova et al. — Yekaterinburg : Ural State Forestry Engineering University, 2020. — 90 p. [in Russian]
14. Nagimov Z. Ja. Normativno-spravochnye materialy po taksatsii lesov Urala: Uchebnoe posobie [Regulatory and Reference Materials on Forest Inventory in the Urals: training manual] / Z. Ja. Nagimov, L. A. Lysov, I. F. Korostelev et al. — Yekaterinburg : Ural State Forestry Engineering University, 2002. — 160 p. [in Russian]
15. Neronov V. V. Polevaja praktika po geobotanike v srednej polose Evropejskoj Rossii: metodicheskoe posobie [Field Practice on Geobotany in Central Russia: training manual] / V. V. Neronov. — Moscow : Publishing House of the Centre for Wildlife Conservation, 2002. — 139 p. [in Russian]
16. Gorchakovskij P. L. Opredelitel' sosudistyh rastenij Srednego Urala [The Determinant of Plants of the Middle Urals] / P. L. Gorchakovskij, E. A. Shurova, M. S. Knjazev et al. — Moscow : Federal State Unitary Enterprise "Academic Scientific-Publishing, Production-Polygraphic and Book Distribution Centre "Nauka"", 1994. — 525 p. [in Russian]

17. Gubanov I. A. Illjustrirovannyj opredelitel' rastenij Srednej Rossii [Illustrated identifier of plants in Central Russia] / I. A. Gubanov — Moscow : Technical and Scientific Publishing House of KMK, Institute of Technological Research, 2003. — 665 p. [in Russian]
18. Kulikov P. V. Opredelitel' sosudistyh rastenij Cheljabinskoj oblasti [Determinator of Vascular Plants in the Chelyabinsk Region] / P. V. Kulikov. — Ekaterinburg : Botsad UrO RAN, 2010. — 968 p. [in Russian]
19. Shantser I. A. Rasteniya srednej polosy Evropejskoj Rossii. Polevoj atlas [Plants of the Middle Zone of European Russia. Field Atlas] / I.A. Shantser. — Moscow : Technical and Scientific Publishing House of KMK, Institute of Technological Research, 2016. — 461 p. [in Russian]
20. Gorchakovskij P. L. Tendentsii antropogennyh izmenenij rastitel'nogo pokrova zemli [Trends of Anthropogenic Changes in the Ground Vegetation Cover] / P. L. Gorchakovskij // Bot. Mag. — 1979. — Vol. 64. — P. 128–139. [in Russian]