

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ





Редакционный совет:

Е. П. Платонов – председатель редакционного совета, главный редактор**В. В. Фомин** – зам. гл. редактора**С. В. Залесов** – зам. гл. редактора

Редколлегия:

А. В. Вураско, Э. Ф. Герц, З. Я. Нагимов,
И. В. Петрова, А. Н. Рахимжанов, Р. Р. Сафин,
Р. Р. Султанова, В. А. Усольцев, П. А. Цветков

Редакция журнала:

Н. П. Бунькова – зав. редакционно-издательским отделом**И. А. Панин** – ответственный за выпуск**Е. Л. Михайлова** – редактор**Т. В. Упорова** – компьютерная верстка

Фото на обложке И. А. Панина

Материалы для публикации подаются
ответственному за выпуск журнала И. А. Панину
(контактный телефон 8 (952) 743-44-87,
e-mail: paninia@m.usfeu.ru)
или в РИО
(контактный телефон 8 (343) 221-21-44)

Подписано в печать 07.04.2022.

Дата выхода в свет 14.04.2022.

Формат 60×84/8. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 8,9. Усл. печ. л. 10,7.

Тираж 100 экз. (1-й завод 36 экз.). Заказ №7379.

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343) 221-21-00

Адрес редакции и издательства:

Редакционно-издательский отдел
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 33а/1
Тел.: 8(343)221-21-44

Цена свободная

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО
«УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург,
ул. Гагарина, 35а, оф. 2© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2022

К сведению авторов

**Внимание! Редакция принимает только те материалы,
которые полностью соответствуют обозначенным ниже требованиям.
Недокомплектованный пакет материалов не рассматривается.
Плата за публикацию рукописей не взимается.**

1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, которые можно использовать в практической работе специалистов лесного хозяйства, лесопромышленного комплекса и смежных с ними отраслей (экономики и организации лесопользования, лесного машиностроения, охраны окружающей среды и экологии), либо они должны представлять познавательный интерес (исторические материалы, краеведение и др.). Рекомендуемый объем статей – 8–10 страниц текста (не менее 4 страниц). Размер шрифта – 14, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman, поля – 2,5 см со всех сторон. Абзацный отступ – 1 см.

2. Структура представляемого материала следующая.

Номер УДК определяется в соответствии с классификатором (выравнивание по левому краю, без абзацного отступа).**Заглавие статьи** должно быть информативным. В заглавии можно использовать только общепринятые сокращения. Полуужирное начертание. Без точки в конце (выравнивание по центру, без абзацного отступа).**Сведения об авторах:** имя, отчество, фамилия полностью, место работы / учёбы (официальное название организации без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, ПАО, АО и т. п.), подразделение (при наличии), адрес (город и страна); электронный адрес автора без слова e-mail; ORCID ID автора (открытый идентификатор исследователя и участника) в форме электронного адреса <http://orcid.org/> (16 чисел).
(выравнивание по левому краю, без абзацного отступа).**Аннотация** должна соответствовать требованиям ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования». Должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
- оригинальной;
- содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);
- структурированной (следовать логике описания результатов в статье);
- объемом 200–250 слов, но не более 2000 знаков с пробелами.

Аннотация включает следующие аспекты содержания статьи:

- предмет, цель работы;
- метод или методологию проведения работы;
- результаты работы;
- область применения результатов;
- выводы.

Ключевые слова (от 3 до 10) – это определенные слова из текста, по которым могут вестись оценка и поиск статьи. В качестве ключевых слов могут использоваться как слова, так и словосочетания.**Благодарности.** Заполняется по желанию авторов.**Финансирование.** Заполняется по желанию авторов, если статья написана в рамках выполнения НИР, гранта и т. д.**Аннотация, ключевые слова, благодарности, финансирование** выравниваются по ширине)Далее следует на **английском языке** заглавие статьи, сведения об авторах, аннотация, ключевые слова, благодарности, финансирование.**Текст статьи.** Выравнивание по ширине. Необходимо выделить заголовками в тексте разделы «Введение», «Цель, задача, методика и объекты исследования», «Результаты исследования», «Дискуссия», «Выводы», «Список источников».

Ссылки на литературу, используемую в тексте, обозначаются в круглых скобках по фамилии первого автора. Например: (Иванов, 2021).

Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы – в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде в стандартном редакторе формул Word (Вставка – Объект – Создание – Тип объекта MathType 6.0 Equation, в появившемся окне набирается формула). Рекомендуется нумерацию формул также делать сквозной. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Иллюстрации представляются в электронном виде в стандартных графических форматах. **Также обязательно переводить названия к иллюстрациям, данные иллюстраций, табличные данные вместе с заголовками, непосредственно с показателями и примечаниями, т. е. сначала приводятся таблицы и иллюстрации на русском языке, затем на английском.**Оформление **Списка источников** производится в соответствии с ГОСТ Р 7.01.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (на русском и английском языках). Составляется в алфавитном порядке.В конце под заголовком **Информация об авторах** указываются инициалы авторов, фамилия, учёная степень и звание. По желанию автора указывается должность (степень образования для студентов бакалавр / магистр / аспирант) с повторением наименования и адреса места работы (учёбы) (выравнивание по левому краю).3. На каждую статью требуется одна **внешняя рецензия. Внимание! Рецензентом может выступать только доктор наук или член Академии наук!**

4. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.

5. Авторы представляют в редакцию журнала:

• статью в печатном и электронном виде (формат DOC или RTF) в одном экземпляре, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами, с указанием даты сдачи материала. Материалы, **присланные в полном объеме по электронной почте, дублировать на бумажных носителях необязательно.**Адрес электронной почты – journal_fr@m.usfeu.ru

- иллюстрации к статье (при наличии);
- рецензию;
- авторскую справку или экспертное заключение;
- согласие на публикацию статьи и персональных данных.

Содержание

Усольцев В. А., Цепордей И. С., Норицин Д. В. Аллометрические модели биомассы деревьев лесообразующих пород Урала	4
Морозов А. Е., Южаков В. А. Эффективность различных способов лесовосстановления на сплошных вырубках в условиях Нижне-Тагильского лесничества	15
Архинов Е. В., Залесов С. В. Минимизация послепожарного ущерба в сосняках после низовых лесных пожаров	26
Белов Л. А., Клям О. А., Сураев П. Н. Влияние выборочных рубок на подрост предварительной генерации в сосняках ягодникового типа леса	37
Нагимов З. Я., Артемьева И. Н., Шевелина И. В., Нагимов В. З. Видовой состав и запасы фитомассы живого напочвенного покрова в сосняках лишайниковых ХМАО – Югры	48
Маркина Ю. Г., Абрамова Л. П. Разработка шкалы отпада деревьев на участках, пройденных лесными пожарами, в условиях Аргаяшского лесничества	57
Фирсов Н. М., Малицкий Р. Б., Морозов А. Е., Панин И. А., Попов А. С. Использование программы Land Viewer для мониторинга за состоянием насаждений	69
Куплевацкий С. В., Платонов Е. П. Защита имущественных прав и законных интересов Российской Федерации в области лесных отношений на территории субъектов Российской Федерации в Уральском федеральном округе	78
Бушуева Е. В., Сродных Т. Б. Анализ и предложения по улучшению системы озеленения г. Березовского Свердловской области	85

<i>Usoltsev V. A., Tsepordey I. S., Noritsin D. V.</i> Allometric models of single-tree biomass for forest-forming species of the Urals	4
<i>Morozov A. E., Yuzhakov V. A.</i> Effectiveness of various methods reforestation on continuous deforestation in the conditions of Nizhny Tagil forestry	16
<i>Arkkhipov E. V., Zalesov S. V.</i> Minimization of after fire damage in ground forest fires	26
<i>Belov L. A., Klam O. A., Suraev P. N.</i> The effect of selective logging on the undergrowth of preliminary generation in berry-type pine forests	38
<i>Nagimov Z. Ya., Artemyeva I. N., Shevelina I. V., Nagimov V. Z.</i> Species composition and reserves of phytomass of live ground cover in lichen pine forests of KhMAO – Yugra	49
<i>Markina Yu. G., Abramova L. P.</i> Development of a scale of tree fall in areas covered by forest fires in the conditions of Argayash forestry	58
<i>Firsov N. M., Malitsky R. B., Morozov A. E., Panin I. A., Popov A. S.</i> Using the Land Viewer program to monitor the state of plantings	70
<i>Kuplevatsky S. V., Platonov E. P.</i> Protection of property rights and legitimate interests of the Russian Federation in the field of forest relations on the territory of the constituent conteties of the Russian Federation in the Ural Federal District	79
<i>Bushueva E. V., Srodnykh T. B.</i> The analisis of landscaping sistem of Berezovsky city (Sverdlovsk region) and suggestions for its impoverment	86

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 4–14

Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 4–14

Научная статья

УДК 630*52

Doi: 10.51318/FRET.2022.85.72.001

АЛЛОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ БИОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД УРАЛА

**Владимир Андреевич Усольцев^{1,2}, Иван Степанович Цепордей¹,
Денис Витальевич Норитсин³**

¹ Ботанический сад Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

³ ПАО «Сбербанк», Центр компетенций аналитики, Екатеринбург, Россия

^{1,2} Usoltsev50@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4587-8952>

¹ ivan.tsepordey@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4747-5017>

³ norritsin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1484-6384>

Аннотация. Для оценки углероддепонирующей способности лесов Уральского региона необходимы аллометрические модели зависимости биомассы от диаметра ствола. Подобные модели особенно перспективны в условиях Урала, где преобладают древостои смешанного породного состава, и модели биомассы, рассчитанные на уровне древостоев, могут иметь смещения, вызванные изменчивостью породного состава. В работе предложены аллометрические модели для компонентов надземной биомассы деревьев лесообразующих пород Урала, которые характеризуются высокими показателями адекватности исходным данным. Вследствие нехватки фактических данных о биомассе корней для каждой породы предложены средние значения относительного показателя как отношения массы корней к надземной. Полученные результаты могут быть полезны при мониторинге углероддепонирующей способности лесного покрова Уральского региона.

Ключевые слова: надземная биомасса, компоненты биомассы, масса корней, относительная масса корней, аллометрические модели биомассы

Scientific article

ALLOMETRIC MODELS OF SINGLE-TREE BIOMASS FOR FOREST-FORMING SPECIES OF THE URALS

Vladimir A. Usoltsev^{1,2}, Ivan S. Tsepordey¹, Denis V. Noritsin³

¹ Botanical Garden of Ural Branch of RAS, Yekaterinburg, Russia,

² Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia,

³ Sberbank PJSC, Analytics Competence Center, Yekaterinburg, Russia

^{1,2} Usoltsev50@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4587-8952>

¹ ivan.tsepordey@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4747-5017>

³ norritsin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1484-6384>

Abstract. To assess the carbon depositing capacity of forests in the Ural region, allometric models of the dependence of biomass on stem diameter are needed. Such models are especially promising in the conditions of the Urals, where stands of mixed species composition prevail, and biomass models calculated at the level

of stands will have displacements caused by the variability of the species composition. The paper proposes allometric models for the components of the aboveground biomass of trees of forest-forming species of the Urals, which are characterized by high indicators of adequacy in relation to the initial data. Due to the lack of actual data on root biomass, average values of the relative indicator as the ratio of root mass to aboveground one are proposed for each species. The results obtained can be useful in monitoring the carbon depositing capacity of the forest cover of the Ural region.

Keywords: aboveground biomass, biomass components, root mass, relative root mass, allometric models of biomass

Введение

Леса являются как источником получения древесины, так и своеобразной «лабораторией» по изыманию атмосферного углерода и депонированию его в биомассе. Учет этих свойств лесов требует точной оценки их биомассы. Обычно для этого закладываются пробные площади, для которых подбираются участки относительно равномерной горизонтальной структуры, лишённые вкраплений полей и крупных «окоп». Поэтому данные пробных площадей не отражают всего многообразия возрастной, видовой и морфологической структуры лесов. Данные о биомассе древостоев, полученные на пробных площадях, характеризуют потенциальную, но не фактическую, продуктивность лесного покрова. Более корректную информацию о запасах биомассы и органического углерода в ней, а также об их изменениях во времени и пространстве, дают аллометрические уравнения, рассчитанные на уровне модельных деревьев. Вначале они получили распространение в биологии (Huxley, 1932; Gould, 1966; Zar, 1968; Ищенко, 1969; Мина, Клевезаль, 1976; Кофман, 1986; Фракталы и мультифракталы..., 2013), а затем в лесоводстве при

описании зависимости биомассы от массообразующих легко измеряемых показателей дерева. Сегодня предложены тысячи подобных уравнений для бореальных, умеренных, тропических, субтропических и полуаридных лесов (Schroeder et al., 1997; Ter-Mikaelian, Korzukhin, 1997; Návar et al., 2002), однако возможность их применения в локальных условиях местообитаний обычно неизвестна.

Считалось, что эти всеобщие уравнения могут быть использованы для оценки надземной биомассы деревьев (Pastor et al., 1984; Singh, 1986; Feller, 1992). Однако недавние исследования показали, что всеобщие аллометрические модели, построенные с использованием данных о биомассе деревьев в пределах Евразии, дают неприемлемые систематические ошибки обоих знаков в условиях конкретных экорегионов. Например, биомасса листвы берёзы бумажной, определённая в Китае по опубликованным обобщённым уравнениям, составила по отношению к фактическим значениям региональных пробных площадей от 50 до 140 % и биомасса ветвей – соответственно от 155 до 239 %, а биомасса листвы и ветвей осины – соответственно от 72 до 81 % и от 55 до 165 %

от фактических локальных значений (Wang et al., 2002). Систематические ошибки уравнений биомассы деревьев, рассчитанных по фактическим данным для всей Евразии, варьировали от +95 до -52 % для лиственницы (Усольцев и др., 2017а), от +311 до -99 % для ели (Усольцев и др., 2017б), от +316 до -68 % для пихты, от +94 до -92 % для двухвойных сосен и от +34 до -56 % для пятихвойных сосен (Усольцев и др., 2017в), что исключает любую возможность их использования на региональном уровне.

Оценка биомассы корней представляет наибольшую проблему по сравнению с определением фракционного состава надземной биомассы. Это происходит прежде всего вследствие трудоемкости процесса определения их биомассы, а также вследствие того, что биомасса тонких корней в имеющейся базе данных в большинстве случаев не определялась. В результате этого фактические значения биомассы корней оказываются заниженными в два-три и более раз (Усольцев, 2018).

Цель, методика и объекты исследования

Целью настоящего исследования была разработка аллометрических моделей биомассы

деревьев лесообразующих древесных пород Урала, предназначенных для оценки запасов и годичного депонирования углерода на региональном уровне. Для осуществления поставленной цели использована авторская база данных о биомассе лесообразующих древесных пород Евразии, включающая 15,3 тыс. определений (Usoltsev, 2020). Из нее были отобраны фактические данные, полученные разными исследователями на пробных площадях, заложенных в разное время исследователями биомассы лесов Урала.

В упомянутых выше сводках (Schroeder et al., 1997; Ter-Mikaelian, Korzukhin, 1997; Navar et al., 2002) представлены в основном уравнения для надземной биомассы деревьев, имеющих разное количество элементов питания, разную скорость круговорота веществ и разный вклад в годичную продукцию, тогда как уравнения должны быть «фракционными», т. е. рассчитанными по каждой из фракций (ствол, ветви, хвоя, корни) (рисунок). Вследствие этого уравнения, приемлемые для использования только по надземной биомассе

в целом, могут быть неприемлемы по фракционному составу, поскольку при одной и той же надземной биомассе соотношения фракций в разных условиях существенно изменяется (Усольцев, 1985; Vi et al., 2004; Wolf et al., 2011). Поэтому в нашем исследовании модели рассчитывались как по фракционному составу биомассы в отдельности, так и для надземной биомассы в целом.

При разработке аллометрических моделей биомассы важным этапом является выбор структурной формы модели, т. е. выбор независимых переменных (Chave et al., 2004). В нашем исследовании при оценке биомассы дерева применена вышеупомянутая функция простой статической аллометрии, известная как уравнение Беркута, которая после ее линейаризации путем логарифмирования имеет вид (Kittredge, 1944)

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln D, \quad (1)$$

где P_i – биомасса i -й фракции (P_s, P_b, P_f, P_a – соответственно биомасса ствола, ветвей, листы (хвои), надземная) в абсолютно сухом состоянии, кг;

D – диаметр ствола на высоте груди, см.

Необходимо отметить, что наряду с (1) при оценке биомассы ствола незаслуженно получило распространение уравнение, имеющее вид

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln(D^2 H), \quad (2)$$

где H – высота дерева, м.

Методическое несовершенство структуры модели (2) и

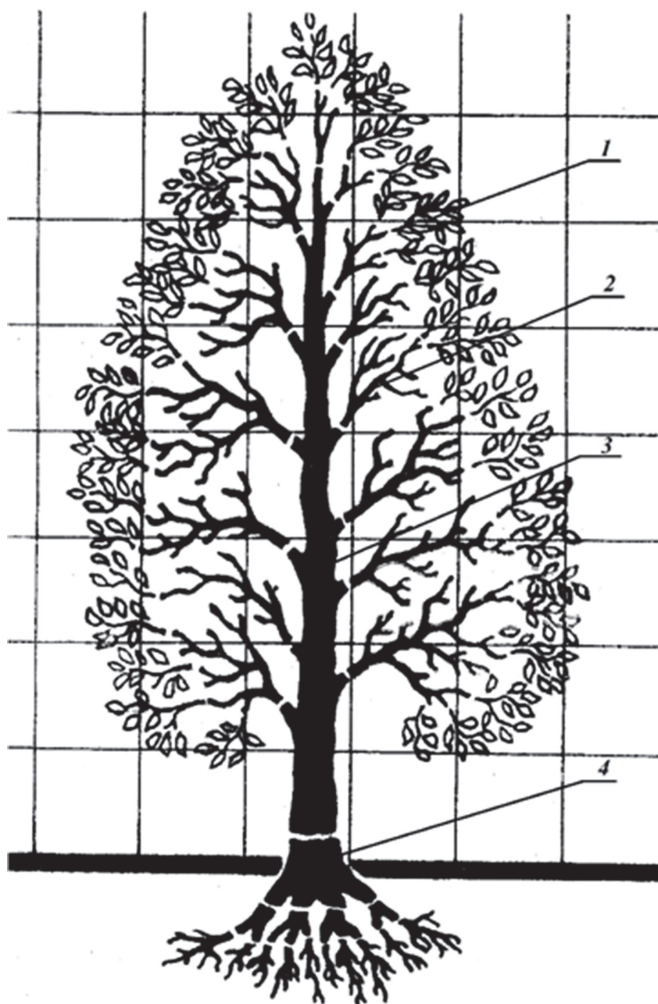


Схема деления дерева на фракции, подлежащие весовому учёту:

1 – листья, 2 – ветви, 3 – ствол, 4 – корни

The scheme of dividing the tree into fractions subject to weight accounting:

1 – foliage, 2 – branches, 3 – stem, 4 – roots

ее более низкая объясняющая способность по сравнению с (1) были показаны в процессе специального анализа (Биомасса ассимиляционного аппарата..., 2020). В дальнейшем нашем изложении мы оперируем только с моделью (1). Коэффициенты регрессии уравнений (1) были рассчитаны с использованием программного обеспечения Statgraphics (для получения дополнительной информации см. <http://www.statgraphics.com/>).

Результаты исследования

Результаты выполненного регрессионного анализа с кратким описанием объектов и перечнем используемых источников исходных данных представлены в табл. 1. Полученные аллометрические модели надземной биомассы деревьев характеризуются высокими показателями адекватности, но разными объемами исходных данных, варьирующими для отдельных пород от 5 до 275 деревьев. Для осины,

ольхи и ивы в Уральском регионе данных о биомассе деревьев нет, и пришлось использовать исходные данные, полученные для этих пород в европейской части России.

В последнее время для облегчения расчетов объема стволов, биомассы и запасов углерода разработано программное обеспечение Fantallometrik®. Это гибкое программное обеспечение, которое объединяет большинство аллометрических уравнений и

Таблица 1
Table 1

Характеристика уравнений (1)
Characteristics of equations (1)

Порода Breed	Описание объекта Description of object	Фракция Fraction	Коэффициенты Coefficients		adjR ²	SE	n	Источник A source
			a ₀	a ₁				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L.	Северное Предуралье, естественные древостои	<i>Ps</i>	-2,9053	2,5981	0,941	0,33	22	Кутявин, 2018
		<i>Pb</i>	-4,5348	2,4624	0,853	0,52		
		<i>Pf</i>	-2,7995	1,5196	0,704	0,47		
		<i>Pa</i>	-2,2657	2,4389	0,955	0,27		
	Среднее Предуралье, культуры 1 класса возраста	<i>Ps</i>	-1,6667	1,4327	0,784	0,25	5	Федорков, Гутый, 2022
		<i>Pb</i>	-4,5173	2,6778	0,758	0,50		
		<i>Pf</i>	-4,1557	2,3943	0,635	0,59		
		<i>Pa</i>	-2,0434	2,0345	0,788	0,35		
	Средний Урал, естественные древостои	<i>Ps</i>	-2,3376	2,3699	0,986	0,16	182	Усольцев, 1997; 1998
		<i>Pb</i>	-5,3177	2,5603	0,947	0,35		
		<i>Pf</i>	-4,6602	2,0765	0,870	0,46		
		<i>Pa</i>	-2,1411	2,3420	0,976	0,21		
	Средний Урал, культуры 1 и 2 класса возраста	<i>Ps</i>	-3,1610	2,6343	0,935	0,36	52	Биологическая продуктивность..., 2004
		<i>Pb</i>	-4,5639	2,4669	0,846	0,54		
		<i>Pf</i>	-3,7695	1,9900	0,762	0,57		
		<i>Pa</i>	-2,6598	2,5272	0,964	0,25		
	Южный Урал, естественные древостои	<i>Ps</i>	-3,3262	2,7131	0,968	0,21	42	Усольцев и др., 2012а
		<i>Pb</i>	-4,5186	2,4074	0,869	0,39		
		<i>Pf</i>	-4,1904	2,0384	0,754	0,49		
		<i>Pa</i>	-2,8895	2,6219	0,979	0,16		
Южный Урал, культуры 1 класса возраста	<i>Ps</i>	-2,5844	2,0798	0,977	0,25	27	Фитомасса лесных..., 2007	
	<i>Pb</i>	-3,3026	2,1332	0,917	0,50			
	<i>Pf</i>	-1,8822	1,5805	0,874	0,47			
	<i>Pa</i>	-1,3686	1,8974	0,946	0,35			

Продолжение табл. 1
Continuation of table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ель сибирская <i>Picea obovata</i> Ledeb.	Средний Урал, естественные древостои	<i>Ps</i>	-3,2816	2,5949	0,985	0,21	40	Усольцев и др., 2012а
		<i>Pb</i>	-3,2395	2,2068	0,949	0,34		
		<i>Pf</i>	-3,3035	2,1321	0,937	0,37		
		<i>Pa</i>	-2,3278	2,4285	0,990	0,17		
	Средний Урал, культуры 1 и 2 класса возраста	<i>Ps</i>	-1,6123	1,7003	0,927	0,37	275	Терехов, Усольцев, 2008
		<i>Pb</i>	-1,8169	1,4496	0,789	0,57		
		<i>Pf</i>	-1,4637	1,2771	0,716	0,62		
		<i>Pa</i>	-0,5842	1,5328	0,912	0,37		
	Средний Урал, западный склон Конжаковского Камня, 960 м н. у. м.	<i>Ps</i>	-1,0182	1,4253	0,897	0,42	8	Оценка запасов углерода..., 2014
		<i>Pb</i>	-1,3329	1,4086	0,834	0,52		
		<i>Pf</i>	-1,6785	1,4042	0,807	0,58		
		<i>Pa</i>	-0,2162	1,4146	0,868	0,47		
	Средний Урал, западный склон Конжаковского Камня, 924 м н. у. м.	<i>Ps</i>	-1,1461	1,7166	0,882	0,51	5	Усольцев и др., 2014
		<i>Pb</i>	-1,6234	1,4248	0,917	0,35		
		<i>Pf</i>	-1,5628	1,2058	0,976	0,15		
		<i>Pa</i>	-0,4506	1,6008	0,933	0,35		
Средний Урал, западный склон Конжаковского Камня, 864 м н. у. м.	<i>Ps</i>	-2,8688	2,2689	0,979	0,19	6	Усольцев и др., 2014	
	<i>Pb</i>	-4,1462	2,5507	0,978	0,22			
	<i>Pf</i>	-2,9402	1,9291	0,952	0,25			
	<i>Pa</i>	-1,1162	2,1209	0,987	0,14			
Пихта сибирская <i>Abies sibirica</i> Ledeb.	Средний Урал, спелые древостои	<i>Ps</i>	-2,5969	2,4343	0,966	0,32	121	Регрессионные модели..., 1994
		<i>Pb</i>	-2,5113	1,7968	0,888	0,45		
		<i>Pf</i>	-2,5710	1,7208	0,887	0,43		
		<i>Pa</i>	-1,6564	2,2065	0,962	0,31		
Лиственница сибирская <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	Северный Урал, лесотундра, плакоры	<i>Ps</i>	-2,6152	2,3458	0,983	0,16	27	Usoltsev, 2020
		<i>Pb</i>	-3,3183	1,9486	0,855	0,42		
		<i>Pf</i>	-4,2080	1,7880	0,798	0,47		
		<i>Pa</i>	-2,1464	2,2416	0,982	0,16		
	Северный Урал, лесотундра, поймы (аналог северной тайги)	<i>Ps</i>	-2,6853	2,5202	0,988	0,19	79	Нагимов и др., 2013; Usoltsev, 2020
		<i>Pb</i>	-4,4733	2,2840	0,916	0,47		
		<i>Pf</i>	-4,8629	1,9419	0,886	0,47		
		<i>Pa</i>	-2,4661	2,4780	0,991	0,16		
	Южный Урал, лесостепь, культуры 2 класса возраста	<i>Ps</i>	-1,9606	2,2435	0,971	0,16	28	Usoltsev, 2020
		<i>Pb</i>	-4,7553	2,4678	0,871	0,40		
		<i>Pf</i>	-6,2852	2,5956	0,907	0,35		
		<i>Pa</i>	-1,8980	2,2708	0,977	0,15		
Кедр сибирский <i>Pinus sibirica</i> Du Tour	Средний Урал, естественные спелые древостои	<i>Ps</i>	-2,4378	2,3529	0,993	0,17	17	Количественная и квалиметри- ческая..., 2012
		<i>Pb</i>	-2,4665	1,6835	0,889	0,50		
		<i>Pf</i>	-2,4916	1,5480	0,820	0,61		
		<i>Pa</i>	-1,3901	2,0695	0,975	0,28		
	Средний Урал, культуры 1–2 класса возраста (20–40 лет)	<i>Ps</i>	-2,9033	2,3261	0,954	0,29	57	Терехов, Усольцев, 2015
		<i>Pb</i>	-3,4171	2,1977	0,879	0,46		
		<i>Pf</i>	-2,8799	1,6796	0,739	0,56		
		<i>Pa</i>	-1,9898	2,1957	0,948	0,29		

Окончание табл. 1

The end of table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Березы повислая <i>Betula pendula</i> Roth и пушистая <i>Betula pubescens</i> Ehrh.	Средний Урал, естественные древостои	<i>Ps</i>	-4,8443	3,1936	0,967	0,43	84	Усольцев, 1997
		<i>Pb</i>	-5,2265	2,6028	0,881	0,70		
		<i>Pf</i>	-4,4165	1,6788	0,741	0,73		
		<i>Pa</i>	-4,2022	3,0191	0,959	0,46		
	Южный Урал, естественные древостои	<i>Ps</i>	-4,4833	3,2403	0,830	0,52	102	Усольцев, 1997
		<i>Pb</i>	-7,1801	3,4742	0,783	0,65		
		<i>Pf</i>	-6,8814	2,8640	0,799	0,51		
		<i>Pa</i>	-4,3367	3,2411	0,833	0,52		
	Средний Урал, западный склон Конжаковского Камня, 864 м н. у. м.	<i>Ps</i>	-1,9200	2,0189	0,957	0,16	5	Усольцев и др., 2014
		<i>Pb</i>	-6,4003	3,3209	0,955	0,27		
		<i>Pf</i>	-5,3590	2,2186	0,885	0,30		
		<i>Pa</i>	-2,2757	2,2843	0,982	0,12		
Осина <i>Populus tremula</i> L.	–	<i>Ps</i>	-2,4928	2,4443	0,982	0,26	73	Смирнов, 1971
		<i>Pb</i>	-4,1713	2,3322	0,933	0,49		
		<i>Pf</i>	-4,3508	1,9179	0,899	0,50		
		<i>Pa</i>	-2,2010	2,3957	0,988	0,21		
Тополь чёрный <i>Populus nigra</i> L.	Южный Урал, пойма р. Тобол	<i>Ps</i>	-2,4641	2,1549	0,981	0,21	8	Фитомасса лесных..., 2007
		<i>Pb</i>	-3,9190	1,9090	0,976	0,22		
		<i>Pf</i>	-4,9735	1,7053	0,944	0,30		
		<i>Pa</i>	-2,2200	2,1147	0,982	0,21		
Липа мелколистная <i>Tilia cordata</i> Mill.	Средний Урал, естественные древостои	<i>Ps</i>	-2,5218	2,3549	0,947	0,24	132	Уварова, 2005
		<i>Pb</i>	-3,6775	1,9321	0,511	0,81		
		<i>Pf</i>	-5,4597	2,0128	0,692	0,58		
		<i>Pa</i>	-2,3023	2,3142	0,945	0,24		
	Южный Урал, естественные древостои	<i>Ps</i>	-3,0906	2,6453	0,979	0,24	139	Габделхаков, 2015
		<i>Pb</i>	-2,3510	1,7311	0,845	0,46		
		<i>Pf</i>	-4,6453	1,8544	0,798	0,58		
		<i>Pa</i>	-2,2169	2,3964	0,987	0,17		
	Южный Урал, культуры	<i>Ps</i>	-2,3566	2,3674	0,957	0,24	66	Габделхаков, 2015
		<i>Pb</i>	-4,9359	2,6210	0,885	0,46		
		<i>Pf</i>	-6,8153	2,6519	0,868	0,50		
		<i>Pa</i>	-2,2780	2,3973	0,970	0,20		
Ольхи серая <i>Alnus incana</i> (L.) Moench и черная <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	–	<i>Ps</i>	-2,7672	2,4731	0,990	0,13	23	Смирнов, 1971 Казимиров и др., 1978
		<i>Pb</i>	-5,4146	2,7164	0,952	0,31		
		<i>Pf</i>	-5,3153	2,1692	0,903	0,36		
		<i>Pa</i>	-2,6552	2,4902	0,991	0,12		
Ива <i>Salix</i> L.	–	<i>Ps</i>	-2,5296	2,2888	0,986	0,21	22	Смирнов, 1971
		<i>Pb</i>	-4,1921	2,4833	0,963	0,38		
		<i>Pf</i>	-3,6491	1,7442	0,936	0,36		
		<i>Pa</i>	-2,1937	2,2897	0,993	0,16		

полевых данных для оптимизации расчетов характеристик биомассы деревьев. Это позволяет сравнивать и выбирать аллометрические уравнения, производить расчеты объема деревьев, биомассы и запасов углерода по фракциям и вводить новые уравнения с целью обновления баз данных (Sola et al., 2012; Trotta et al., 2013).

По причине упомянутой нехватки исходных данных о биомассе корней и возможных смещений оценок вследствие игнорирования исследователями тонкой фракции рассчитать аллометрические модели для биомассы корней не представляется возможным. Для ориентировочных оценок биомассы корней по имеющимся их фактическим данным нами предлагаются относительные показатели в виде отношения массы корней к надземной (root: shoot ratio) (табл. 2).

Относительные значения массы корней варьируют от 0,19 у сосны до 0,31 у лиственницы. Наименьшие значения названного относительного показателя биомассы корней у сосны обыкновенной, возможно, обуслов-

лены тем, что основной объем экспериментальных данных получен в условиях произрастания, оптимальных для этого вида. В pessимальных условиях роста, а именно в условиях сухой степи Тургайского прогиба, относительный показатель массы корней составляет $0,68 \pm 0,27$, т. е. почти вчетверо больше. При этом масса тонких корней превышает массу хвои в 6–8 раз (Усольцев, 1997). Согласно М. А. Абражко (1983), отношение массы тонких корней (<0,6 мм) к массе хвои у ели нарастает экспоненциально по мере ухудшения условий местопроизрастания.

Подобное экстремально высокое значение относительной массы корней в pessимальных условиях обусловлено интенсивным ростом тонких (сосущих) корней, которые в стремлении достичь уровня грунтовых вод (при средних осадках 270 мм) проникают на глубину до 5,3 м (Усольцев, 1997). В результате доля тонких корней по отношению к полной их массе, включая пень, составляет $0,71 \pm 0,09$. Для сосны обыкновенной в экстремальных условиях роста имеются и более

высокие значения доли тонких корней в общей, которые достигают на песчаных почвах Бурятии 0,95 (Будаев, 1971).

Экспоненциальное увеличение массы тонких корней по отношению к массе ствола установлено в Уральских горах по мере подъема от сомкнутых древостоев подножий к высокогорной тундре. Относительная масса корней возрастает по вертикальному профилю еловых сообществ на Южном Урале от 0,37 до 0,90 и в лиственничных сообществах на Полярном Урале от 0,50 до 2,40 (Solly et al., 2017). Тем самым относительная масса корней в условиях горной тундры Полярного Урала достигает почти той же величины, которая установлена в пустынной зоне у саксаула, – от 2,6 до 3,0 (Миросниченко, 1974), где корни в поисках грунтовых вод уходят вглубь до 10 м и более (Байтулин, 1979). Таким образом, существует ярко выраженная неопределенность в отношении биомассы корней всех лесообразующих пород Урала, особенно сосущей фракции, определяющей в значительной степени

Таблица 2
Table 2

Относительные показатели массы корней как отношение массы корней к надземной, средние для древесных пород Урала
Relative indicators of root mass as the ratio of root mass to aboveground one (R:S ratio), average for tree species of the Urals

Сосна <i>Pinus L.</i>	Ель <i>Picea Ledeb.</i>	Пихта <i>Abies Ledeb.</i>	Лиственница <i>Larix Ledeb.</i>	Кедр <i>Pinus Du Tour</i>
0,19 ± 0,04	0,22 ± 0,04	0,26 ± 0,07	0,31 ± 0,13	0,29 ± 0,12
Береза <i>Betula Roth</i>	Осина <i>Populus L.</i>	Липа <i>Tilia Mill.</i>	Ольха <i>Alnus L.</i>	Ива <i>Salix L.</i>
0,25 ± 0,07	0,25 ± 0,06	0,25 ± 0,11	0,23 ± 0,03	0,27 ± 0,09

продуктивность всей биомассы деревьев и древостоев.

Заключение

Предложенные аллометрические модели для компонентов надземной биомассы деревьев лесообразующих пород Урала характеризуются высокими показателями адекватности исход-

ным данным, однако экспериментальный материал по разным породам представлен крайне неравномерно.

Отсутствие базы данных о корнях древесных растений, достаточной для проведения какого-либо их анализа, порождает крайнюю неопределенность в оценках биомассы корней,

которая усугубляется отсутствием надежных данных о массе сосущих корней, их сезонном массообороте, а также о наличии или отсутствии микоризы, существенно повышающей эффективность функционирования сосущих корней.

Список источников

- Абражко М. А. Пространственное распределение и динамика биомассы корней ели // Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Л. : Наука, 1983. С. 89–97.
- Байтулин И. О. Корневая система растений аридной зоны Казахстана. Алма-Ата : Наука, 1979. 184 с.
- Биологическая продуктивность культур сосны в Сухоложском лесхозе Свердловской области / В. А. Усольцев, Е. В. Белоусов, Г. Г. Терехов, В. В. Терентьев, И. В. Платонов, А. А. Терин // Актуальн. проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. Вып. 9. Брянск : БГИТА, 2004. С. 57–60.
- Биомасса ассимиляционного аппарата лесов Евразии: коррекция методов эмпирического моделирования / В. А. Усольцев, В. Ф. Ковязин, И. С. Цепордей, В. П. Часовских, В. А. Азаренок // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2020. Вып. 232. С. 50–78.
- Будаев Х. Р. Рост и формирование корневой системы сосны в зависимости от типов лесорастительных условий песков // Ветровая эрозия почв и меры борьбы с ней. Улан-Удэ : Бурят. ин-т естествен. наук, 1971. С. 156–180 (Тр. Бурят. ин-та естествен. наук. Вып. 9).
- Габделхаков А. К. Надземная фитомасса деревьев липы мелколистной в культурах и порослевых древостоях // Эко-потенциал. 2015. № 3 (11). С. 7–13.
- Ищенко В. Г. Применение аллометрических уравнений в популяционной экологии животных // Тр. Ин-та экологии растений и животных УрО РАН. Вып. 71 : Вопросы эволюционной и популяционной экологии животных. Свердловск, 1969. С. 8–15.
- Казимиров Н. И., Морозова Р. М., Куликова В. К. Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1978. 216 с.
- Количественная и квалитетическая составляющие биологической продуктивности кедровников Урала / В. А. Усольцев, И. С. Лазарев, В. В. Крудышев, Н. В. Сенчило // Сб. науч. тр. ученых и специалистов ф-та экономики и управления УГЛТУ. Екатеринбург : УГЛТУ, 2012. Вып. 3. С. 261–270.
- Кофман Г. Б. Рост и форма деревьев. Новосибирск : Наука, 1986. 211 с.
- Кутявин И. Н. Сосновые леса Северного Предуралья: структура, прирост, продуктивность. Сыктывкар : Ин-т биологии Коми науч. центра, 2018. 176 с.
- Мина Н. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. М. : Наука, 1976. 291 с.
- Мирошниченко Ю. М. Биологическая продуктивность асс. *Haloxylon ammodendron* – *Carex physodes* в Восточных Каракумах // Растительные ресурсы. 1974. Т. 10. Вып. 3. С. 329–337.
- Нагимов З. Я., Усольцев В. А., Гаврилин Д. С. Фитомасса деревьев лиственницы сибирской в низовьях р. Пур // Сб. науч. тр. ученых и специалистов ф-та экономики и управления УГЛТУ. Екатеринбург : УГЛТУ, 2013. Вып. 4. С. 182–185.
- Оценка запасов углерода в насаждениях высотного и зонального экотонов Урала / В. А. Усольцев, В. П. Часовских, О. А. Богословская, Ю. В. Норицина, В. А. Галако, Г. Г. Терехов // Сиб. лесн. журн. 2014. № 5. С. 77–92.

Регрессионные модели и таблицы древесной зелени деревьев пихты сибирской / В. А. Усольцев, Н. Н. Чернов, В. В. Кириллова, С. В. Тепикин // Леса Урала и хоз-во в них. Екатеринбург : УГЛТА, 1994. Вып. 17. С. 128–154.

Смещения всеобщих видоспецифичных аллометрических моделей при локальной оценке фитомассы деревьев сосны, кедра и пихты / В. А. Усольцев, К. В. Колчин, Ю. В. Норицина, М. В. Азарёнок, О. А. Богословская // Эко-потенциал. 2017. № 2 (18). С. 47–58.

Смирнов В. В. Органическая масса некоторых лесных фитоценозов европейской части СССР. М. : Наука, 1971. 362 с.

Терехов Г. Г., Усольцев В. А. Надземная фитомасса деревьев в культурах кедра сибирского на Урале // Эко-потенциал. 2015. № 4 (12). С. 7–9.

Терехов Г. Г., Усольцев В. А. Формирование, рост и биопродуктивность опытных культур ели сибирской на Урале : Исследование системы связей и закономерностей. Екатеринбург : УрО РАН, 2008. 215 с.

Уварова С. С. Динамика биомассы деревьев *Tilia cordata* на примере Ачитского лесхоза Свердловской области // Леса Урала и хоз-во в них. Екатеринбург : УГЛТУ, 2005. Вып. 26. С. 38–40.

Усольцев В. А. Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев. Екатеринбург : Изд-во УрО РАН, 1997. 216 с.

Усольцев В. А. В подвалах биосферы: Что мы знаем о первичной продукции корней деревьев? // Эко-потенциал. 2018. № 4 (24). С. 24–77.

Усольцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск : Изд-во Красноярского ун-та, 1985. 191 с.

Усольцев В. А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург : УрО РАН, 1998. 541 с.

Усольцев В. А., Воробейчик Е. Л., Бергман И. Е. Биологическая продуктивность лесов Урала в условиях техногенного загрязнения: исследование системы связей и закономерностей. Екатеринбург : УГЛТУ, 2012. 365 с.

Усольцев В. А., Колчин К. В., Воронов М. П. Фиктивные переменные и смещения всеобщих аллометрических моделей при локальной оценке фитомассы деревьев (на примере *Picea L.*) // Эко-потенциал. 2017б. № 1 (17). С. 22–39.

Усольцев В. А., Колчин К. В., Маленко А. А. Смещения всеобщих аллометрических моделей при локальной оценке фитомассы деревьев лиственницы // Вестник Алтайс. гос. аграрн. ун-та. 2017а. № 4 (150). С. 85–90.

Федорков А., Гутий Л. Надземная фитомасса сосны скрученной (*Pinus contorta Dougl.*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) в экспериментальных насаждениях, расположенных в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми // Лесн. журн. 2022. Препринт.

Фитомасса лесных культур в Оренбургской области / А. И. Колтунова, В. А. Усольцев, Н. В. Пальмова, М. И. Балицкий, Н. И. Кузьмин, О. В. Канунникова // Актуальн. проблемы лесного комплекса. Брянск : БГИТА, 2007. Вып. 17. С. 176–179.

Фракталы и мультифракталы в биоэкологии / Д. Б. Гелашвили, Д. И. Иудин, Г. С. Розенберг, В. Н. Якимов, Л. А. Солнцев. Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2013. 370 с.

References

Abrazhko M. A. Spatial distribution and dynamics of biomass of spruce roots // Factors of regulation of ecosystems of spruce forests. Leningrad : Nauka, 1983. P. 89–97.

Baitulin I. O. Root system of plants of the arid zone of Kazakhstan. Alma-Ata : Nauka, 1979. 184 p.

Biases of generic species-specific allometric models in the local assessment of phytomass of pine, cedar and fir trees / V. A. Usoltsev, K. V. Kolchin, Yu. V. Noritsina, M. V. Azarenok, O. A. Bogoslovskaya // Eco-Potential. 2017. № 2 (18). P. 47–58.

Biological productivity of Scots pine plantations in Sukhoi Log forest enterprise of Sverdlovsk region / V. A. Usoltsev, E. V. Belousov, G. G. Terekhov, V. V. Terentiev, I. V. Platonov, A. A. Terin // Modern Problems of Forest Complex : Collection of scientific works. Issue 9. Bryansk : Engineering and Technical Academy, 2004. P. 57–60.

Biomass of assimilation apparatus of Eurasian forests: correction of empirical modeling methods / V. A. Usoltsev, V. F. Kovyazin, I. S. Tsepordey, V. P. Chasovskikh, V. A. Azarenok // News of the St. Petersburg Forestry Academy. 2020. Issue 232. P. 50–78. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.50-78.

Budaev Kh. R. Growth and formation of the pine root system as dependent on the types of forest-growing conditions of sands // Wind erosion of soils and measures to combat it. Ulan-Ude : Buryat Institute of Natural Sciences, 1971. P. 156–180.

Estimating Forest Carbon Stock in Alpine and Arctic Ecotones of the Urals / V. A. Usoltsev, V. P. Chasovskikh, O. A. Bogoslovskaya, Yu. V. Noritsina, V. A. Galako, G. G. Terekhov // Siberian Journal of Forest Science. 2014. № 5. P. 77–92.

Fedorov A., Gutiy L. Aboveground phytomass of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in experimental plantations located in Syktyvkar Forest District of Komi Republic // Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal], 2022. Preprint.

Fractals and multifractals in bioecology / D. B. Gelashvili, D. I. Yudin, G. S. Rosenberg, V. N. Yakimov, L. A. Solntsev. Nizhny Novgorod : Publishing House of Nizhny Novgorod State University, 2013. 370 p.

Gabdelkhakov A. K. *Tilia cordata* Mill. tree biomass in plantations and coppice forests // Eco-Potential. 2015. № 3 (11). P. 7–16.

Ishchenko V. G. Application of allometric equations in animal population ecology // Misc. Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Issue 71. Questions of evolutionary and population ecology of animals. Sverdlovsk, 1969. P. 8–15.

Kazimirov N. I., Morozova R. M., Kulikova V. K. Organic mass and matter flows in birch stands of the middle taiga // Leningrad: Nauka Publishing, 1978. 216 p.

Kofman G. B. Growth and shape of trees. Novosibirsk : Nauka, 1986. 211 p.

Kutyavin I. N. Pine forests of the Northern Cis-Urals: structure, growth, productivity. Syktyvkar : Institute of biology, Komi Scientific Centre, 2018. 176 p.

Mina N. V., Klevezal G. A. Animal growth. Moscow : Nauka, 1976. 291 p.

Miroshnichenko Yu. M. Biological productivity of acc. Haloxylon ammodendron – *Carex physodes* in Eastern Karakums // Rastitelnye Resursy. 1974. Vol. 10. Issue 3. P. 329–337.

Nagimov Z. Ya., Usoltsev V. A., Gavrilin D. S. *Larix sibirica* tree biomass at the Lower Pur river // Proceed. of scientific works of the Faculty of Economy and Management of UGLTU. Issue 4. Yekaterinburg : UGLTU, 2013. P. 182–185.

Phytomass of forest plantations of Orenburg region / A. I. Koltunova, V. A. Usoltsev, N. V. Palmova, M. I. Balitskii, N. I. Kuzmin, O. V. Kanunnikova // Urgent problems of forest management. Issue 17. Bryansk : BGITA, 2007. P. 176–179.

Quantitative and qualitative parts of biological productivity of Siberian pine forests on the Ural region / V. A. Usoltsev, I. S. Lazarev, V. V. Krudyshev, N. V. Senchilo // Proceed. of scientific works of the Faculty of Economy and Management of UGLTU. Issue 3. Yekaterinburg : UGLTU, 2012b. P. 261–270.

Regression models and mensuration standards of green shoots biomass of *Abies sibirica* trees / V. A. Usoltsev, N. N. Chernov, V. V. Kirillova, S. V. Tepikin // Ural Forests and their Management. Issue 17. Yekaterinburg : UGLTA, 1994. P. 128–154.

Smirnov V. V. Organic mass of certain phytocoenoses at European part of USSR. Moscow : Nauka, 1971. 362 p.

Terekhov G. G., Usoltsev V. A. Establishment, growth and biological productivity of experimental *Picea obovata* plantations on the Ural forests: A study of the system of relations and patterns. Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2008. 215 p.

Terekhov G. G., Usoltsev V. A. *Pinus sibirica* Du Tour tree biomass in plantations on the Urals // Eco-Potential. 2015. № 4 (12). P. 7–9.

Usoltsev V. A. Bio-ecological aspects of tree biomass estimating. Yekaterinburg : Ural Branch of RAS, 1997. 216 p.

Usoltsev V. A. Compiling forest biomass data banks. Sci. issue. Yekaterinburg: Ural Branch of RAS, 1998. 541 p.

Usoltsev V. A. In the basements of the biosphere: What do we know about the primary production of tree roots? // Eco-Potential. 2018. № 4 (24). P. 24–77.

Usoltsev V. A. Modeling of the structure and dynamics of forest phytomass. Krasnoyarsk : Publishing house of the Krasnoyarsk University, 1985. 191 p.

Usoltsev V. A., Kolchin K. V., Malenko A. A. Biases of generic allometric models in the local assessment of phytomass of larch trees // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2017a. № 4 (150). P. 85–90.

Usoltsev V. A., Kolchin K. V., Voronov M. P. Dummy variables and biases of generic allometric models in the local assessment of phytomass of trees (on the example of *Picea L.*) // Eco-Potential. 2017b. № 1 (17). P. 22–39.

Usoltsev V. A., Vorobeichik E. L., Bergman I. E. Biological Productivity of Ural Forests under Conditions of Air Pollutions: an investigation of a system of regularities. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2012. 365 p.

Uvarova S. S. Biomass dynamics of *Tilia cordata* trees on the example of Achit forest enterprise of Sverdlovsk region // Ural Forests and their Management. Issue 26. Yekaterinburg : State Forest Engineering University, 2005. P. 38–40.

Информация об авторах:

В. А. Усольцев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

И. С. Цепордей – кандидат сельскохозяйственных наук;

Д. В. Норицин – исследователь.

Information about the authors:

V. A. Usoltsev – doctor of agricultural sciences, professor;

I. S. Tsepordey – candidate of agricultural sciences;

D. V. Noritsin – researcher.

Статья поступила в редакцию 30.12.2021; принята к публикации 20.01.2022.

The article was submitted 30.12.2021; accepted for publication 20.01.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 15–25

Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 15–25

Научная статья

УДК 630.231.3; 630.232.4

Doi: 10.51318/FRET.2022.83.65.002

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕ-ТАГИЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Андрей Евгеньевич Морозов¹, Виталий Александрович Южаков²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ MorozovAE@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2373-1151>

² vitalya_yuzhakov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5021-2373>

Аннотация. Статья содержит результаты исследования процессов естественного и искусственного лесовосстановления на сплошных вырубках в условиях Нижне-Тагильского лесничества Свердловской области. Целью исследований явилась оценка эффективности различных способов лесовосстановления после проведения заготовки древесины. В основу исследований положен метод пробных площадей. Пробные площади закладывались на сплошных вырубках, оставленных на самозарастание (естественное лесовосстановление вследствие природных процессов), на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению в виде минерализации поверхности почвы плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором ЛХТ-55, на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по искусственному лесовосстановлению в виде ручной посадки семян сосны с предварительной частичной обработкой почвы. Все исследуемые вырубки расположены в наиболее распространенных в районе исследования разнотравных сосняках. Оценка эффективности лесовосстановления проводилась через 10 лет после сплошных рубок. В результате исследований установлено, что лесовосстановление на сплошных вырубках, оставленных на самозарастание вследствие природных процессов, а также на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению оценивается как неудовлетворительное, поскольку в обоих случаях не достигнуты нормативные значения средней высоты и количества деревьев главной породы, необходимые для отнесения молодняков к землям, на которых расположены леса. Наиболее эффективным на исследованных нами сплошных вырубках является проведение искусственного лесовосстановления. Через 10 лет после посадки сформировавшиеся искусственные молодняки сосны могут быть отнесены к землям, на которых расположены леса. Результаты исследования имеют практическое значение и могут быть использованы при планировании и проведении работ по воспроизводству лесов на сплошных вырубках в условиях Нижне-Тагильского лесничества.

Ключевые слова: сплошные вырубки, воспроизводство лесов, естественное лесовосстановление, подрост, содействие естественному лесовосстановлению, искусственное лесовосстановление

Scientific article

EFFECTIVENESS OF VARIOUS METHODS REFORESTATION ON CONTINUOUS DEFORESTATION IN THE CONDITIONS OF NIZHNY TAGIL FORESTRY

Andrey E. Morozov¹, Vitaly A. Yuzhakov²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ MorozovAE@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2373-1151>

² vitalya_yuzhakov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5021-2373>

Abstract. The article contains the results of the study of the processes of natural and artificial reforestation on continuous deforestation in the conditions of the Nizhny Tagil forestry of the Sverdlovsk region. The purpose of the studies was to assess the effectiveness of various reforestation methods after clear-cutting. The research is based on the test area method. As a result of the studies, it was found, that artificial reforestation is the most effective way at the continuous deforestation in the conditions of pine trees of different degrees. The trial plots were established in clearcut areas left for self-overgrowing (natural reforestation due to natural processes), in clearcut areas with measures taken to promote natural reforestation in the form of mineralization of the soil surface with a ПКЛ-70 plow in combination with an ЛХТ-55 tractor, in clearcut areas with carried out measures for artificial reforestation in the form of manual planting of pine seedlings with preliminary partial tillage. All studied clearings are located in the most widespread mixed-grass pine forests in the study area. Evaluation of the effectiveness of reforestation was carried out 10 years after clear cuttings. As a result of the research, it was found that reforestation in clearcuts left for self-overgrowing due to natural processes, as well as in clearcuts with measures taken to promote natural reforestation, is assessed as unsatisfactory, since in both cases the standard values of the average height and number of trees of the main species which are necessary to classify young growths as lands on which forests are located have not been reached. The most efficient is artificial reforestation in the clearcut areas studied by us. 10 years after planting, the formed artificial young pine stands can be attributed to the lands on which forests are located. The results of the study are of practical importance and can be used in planning and carrying out work on the reproduction of forests in clear-cut areas in the Nizhny Tagil forestry.

Keywords: continuous deforestation, forest reproduction, natural reforestation, undergrowth, promoting natural reforestation, artificial reforestation

Введение

Воспроизводство лесов после проведения сплошных рубок – важнейшее мероприятие по сохранению лесов (Залесов, 2020). От правильного выбора способа лесовосстановления зависит его эффективность. Вопросам лесовосстановления в различных условиях посвящено достаточно много работ (Залесов и др., 1996; Естественное лесовозобновление..., 2005; Казанцев и др., 2006; Динамика..., 2011; Есте-

ственное лесовосстановление..., 2011; Приказ Минприроды..., 2014; Шешина, Морозов, 2017; Морозов, Юрин, 2017; Приказ Минприроды..., 2020; Морозов, Батулин, 2020; Основы фитомониторинга, 2020; Древесная растительность..., 2021; Естественное лесовозобновление..., 2021; Морозов и др., 2021). Вместе с тем подобные исследования на территории рассмотренных в настоящей статье сплошных рубок ранее не проводились.

На территории обследованных нами лесных участков Нижне-Тагильского лесничества основными способами лесовосстановления сплошных вырубок являются естественное лесовосстановление вследствие природных процессов, меры содействия естественному лесовосстановлению и искусственное лесовосстановление в виде посадки семян и саженцев хозяйственно ценных лесных пород.

Цель, объекты и методика исследований

Цель исследования – оценка эффективности различных способов естественного лесовосстановления на сплошных вырубках.

Исследования проводились на территории Нижне-Тагильского лесничества Свердловской области. В соответствии с приказом Минприроды России от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (Приказ Минприроды..., 2014) территория района исследования относится к Среднеуральскому таежному району таежной лесорастительной зоны.

Исследования проводились на лесных участках, пройденных сплошными рубками с применением технологии на базе бензомоторных пил и тракторов с канатно-чокерной оснасткой. Рубки проводились в зимний период в 2010/2011 г. по среднепасечной технологии (ширина пасеки – 45 м). Ширина лесосек составляла 200 м, длина – 400 м.

Исследования выполнялись по методу пробных площадей (Данчева, Залесов, 2015; Основы фитомониторинга, 2020). Пробные площади закладывались на сплошных вырубках в наиболее распространенном в районе исследования типе лесорастительных условий – сосняке разнотравном. Всего было заложено 9 пробных площадей, в том числе 3 из них – на сплошных вырубках с естественным лесовос-

становлением вследствие природных процессов, 3 – на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению, 3 – на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по искусственному лесовосстановлению. Мероприятия по содействию естественному лесовосстановлению включали минерализацию поверхности почвы плугом ПКЛ-70 в двухкорпусном варианте в агрегате с трактором ЛХТ-55. Минерализация проводилась осенью 2012 г. до выпадения снежного покрова. Общая площадь минерализованных полос составляла 25 %. При этом обсеменение обеспечивалось от прилегающих к границам лесосек стен леса. Мероприятия по искусственному лесовосстановлению проводились также в 2012 г. и включали посадку семян сосны вручную под меч Колесова с предварительной частичной обработкой почвы. Обработка почвы проводилась непосредственно перед посадкой плугом ПКЛ-70 в двухкорпусном варианте в виде нарезки борозд. Посадка осуществлялась в дно борозды. Густота посадки составила 3500 шт./га. Учет результатов естественного и искусственного лесовосстановления проводился в вегетационный период 2021 г.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований установлено, что лесовосстановление на сплошных вырубках вследствие природных процес-

сов, после проведения мер содействия естественному лесовосстановлению и после проведения мероприятий по искусственному лесовосстановлению протекает по-разному.

Характеристика лесовосстановления на сплошных вырубках представлена в табл. 1–3. Как следует из табл. 1, на сплошных вырубках, где наблюдается естественное лесовосстановление вследствие природных процессов, в составе подроста доминируют мягколиственные породы – береза и осина с преобладаем осины. В высотной структуре подроста преобладают средние экземпляры (38,4 %). Встречаемость подроста сосны составляет 31 %, что свидетельствует о неравномерном размещении его по площади. Средний возраст подроста сосны – 7 лет, подроста мягколиственных пород – 9 лет. Средняя высота подроста сосны – 0,6 м, подроста мягколиственных пород – 1,5 м.

Подрост сосны находится в угнетенном состоянии под пологом мягколиственных пород. Общее количество жизнеспособного подроста сосны в пересчете на крупный составляет 834 шт./га.

Из табл. 2 следует, что на сплошных вырубках с проведенными мерами содействия естественному лесовосстановлению доля подроста хвойных пород (сосны) в составе молодняков составляет 50 % (1875 шт./га). Среди мягколиственных пород преобладает береза (1250 шт./га). Подрост сосны представлен преимущественно мелкими экземплярами (1250 шт./га). В целом

в составе молодняков подрост различных категорий крупности представлен равномерно – на каждую высотную группу приходится по 1250 шт./га подрост. Общая густота подрост составляет 3750 шт./га. Встречаемость подрост сосны – 50 % (распределение по площади неравномерное). Общая встречаемость подрост – 67 %. Средний возраст подрост сосны составляет 7 лет, мягколиственных пород – 9 лет. Средняя высота подрост сосны – 0,6 м, мягколиственных пород – 1,7 м. Количество жизнеспособного подрост сосны в пересчете на крупный

Таблица 1
Table 1

Характеристика естественного лесовосстановления на сплошных вырубках вследствие природных процессов
Characteristics of natural reforestation on continuous deforestation due to natural processes

Показатель Indicator	Древесная порода Species of wood					Всего In total	
	Сосна Pine	Итого хвойных Total of coniferous	Береза Birch	Осина Aspen	Итого мягко- лиственных Total of soft-leafy	экз./га pcs./ha	%
Жизнеспособность подрост Viability of undergrowth							
Количество жизнеспособного подрост, шт./га Number of viable undergrowth, pcs./ha	1042	1042	833	1042	1875	2917	100
Количество нежизнеспособного подрост, шт./га Number of non-viable undergrowth, pcs./ha	–	–	–	–	–	–	–
Всего, шт./га in total, pcs./ha	1042	1042	833	1042	1875	2917	100
Высотная структура подрост Height structure of undergrowth							
Количество подрост высотой, м: до 0,5 Number of undergrowth with height up to 0,5	625	625	–	208	208	833	30,8
0,6–1,5 0,6–1,5	417	417	416	417	833	1250	38,4
выше 1,5 above 1,5	–	–	417	417	834	834	30,8
Всего, шт./га In total, pcs./ha	1042	1042	833	1042	1875	2917	100
Всего жизнеспособного подрост в пересчете на крупный, шт./га Total viable undergrowth in recalculation for a large, pcs./ha	834	834	751	855	1606	2440	–
Лесоводственно-таксационные показатели жизнеспособного подрост Forest and taxation indicators of viable undergrowth							
Встречаемость, % Occurrence, %	31	31	31	38	38	38	–
Средний возраст, лет Average age, years	7	7	9	9	9	8	–
Средняя высота, м Average height, m	0,8	0,8	1,5	1,5	1,5	1,1	–

составляет 1125 шт./га, общая численность жизнеспособного подростa в пересчете на крупный – 2875 шт./га.

Из табл. 3 следует, что на сплошных вырубках с проведен-

ными мероприятиями по искусственному лесовосстановлению в составе молодняков преобладает сосна (2083 шт./га), представленная только жизнеспособными экземплярами. Среди мягко-

лиственных пород доминирует береза (625 шт./га). В высотной структуре молодняков преобладают средние и крупные экземпляры. Встречаемость сосны

Таблица 2
Table 2

Характеристика естественного лесовосстановления на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению
Characteristics of natural reforestation on continuous deforestation with measures promoting natural reforestation

Показатель Indicator	Древесная порода Species of wood					Всего In total	
	Сосна Pine	Итого хвойных Total of coniferous	Береза Birch	Осина Aspen	Итого мягко- лиственных Total of soft-leafy	экз./га pcs./ha	%
Жизнеспособность подростa Viability of undergrowth							
Количество жизнеспособного подростa, шт./га Number of viable undergrowth, pcs./ha	1875	1875	1250	625	1875	3750	100
Количество нежизнеспособного подростa, шт./га Number of non-viable undergrowth, pcs./ha	–	–	–	–	–	–	–
Всего, шт./га in total, pcs./ha	1875	1875	1250	625	1875	3750	100
Высотная структура подростa Height structure of undergrowth							
Количество подростa высотой, м: до 0,5 Number of undergrowth with height, m: up to 0,5	1250	1250	–	–	–	1250	33,3
0,6–1,5 0,6–1,5	625	625	417	208	625	1250	33,3
выше 1,5 above 1.5	–	–	833	417	1250	1250	33,4
Всего, шт./га In total, pcs./ha	1875	1875	1250	625	1875	3750	100
Всего жизнеспособного подростa в пересчете на крупный, шт./га Total viable undergrowth in recalculation for a large, pcs./ha	1125	1125	1167	583	1750	2875	–
Лесоводственно-таксационные показатели жизнеспособного подростa Forest and taxation indicators of viable undergrowth							
Встречаемость, % Occurrence, %	50	50	17	10	17	67	–
Средний возраст, лет Average age, years	7	7	9	9	9	8	–
Средняя высота, м Average height, m	0,8	0,8	1,7	1,7	1,7	1,2	–

составляет 67 % (размещение по площади равномерное), встречаемость березы и осины – соответственно 20 и 13 % (размещение неравномерное). Средняя высота молодых сосны – 1,2 м, молодых мягколиственных пород – 1,0 м. Средний возраст сосны – 11 лет, березы и осины – 9 лет. Общее количество сосны в пересчете на крупные экземпляры составляет 1771 шт./га, что значительно превышает данный показатель на сплошных вырубках, где наблюдается естественное лесовосстановление вследствие природных процессов, и на

Таблица 3

Table 3

Характеристика лесовосстановления на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по искусственному лесовосстановлению
 Characteristics of reforestation on continuous deforestation with carried out measures on artificial reforestation

Показатель Indicator	Древесная порода Species of wood					Всего In total	
	Сосна Pine	Итого хвойных Total of coniferous	Береза Birch	Осина Aspen	Итого мягко- лиственных Total of soft-leafy	экз./га pcs./ha	%
Жизнеспособность молодых Viability of young growth							
Количество жизнеспособных экземпляров, шт./га Number of viable copy, pcs./ha	2083	2083	625	417	1042	3125	100
Количество нежизнеспособных экземпляров, шт./га Number of non-viable copy, pcs./ha	–	–	–	–	–	–	–
Всего, шт./га In total, pcs./ha	2083	2083	625	417	1042	3125	100
Высотная структура молодых Height structure of young growth							
Количество экземпляров высотой, м: до 0,5 Number of copy with height up to 0,5 m	208	208	208	208	416	625	20,0
0,6–1,5 0,6–1,5	1042	1042	208	–	208	1250	40,0
выше 1,5 above 1,5	833	833	209	209	418	1250	40,0
Всего, шт./га In total, pcs./ha	2083	2083	417	417	1042	3125	100
Всего жизнеспособных экземпляров в пересчете на крупный, шт./га Total viable copy in recalculation for a large, pcs./ha	1771	1771	479	313	792	2563	–
Лесоводственно-таксационные показатели жизнеспособного молодняка Forest and taxation indicators of viable of young growth							
Встречаемость, % Occurrence, %	67	67	20	13	20	67	–
Средний возраст, лет Average age, years	11	11	9	9	9	10	–
Средняя высота, м Average height, m	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	–

сплошных вырубках с проведенными мерами содействия естественному лесовосстановлению.

Распределение общего количества древесных растений по высоте на исследуемых вырубках представлено в табл. 4.

В табл. 5 приведены результаты оценки успешности лесовосстановления на сплошных вырубках Нижне-Тагильского лесничества в соответствии с критериями табл. 1 прил. 8

к Правилам лесовосстановления (приказ Минприроды России от 04.12.2020 г. № 1014). Таблица свидетельствует, что лесовосстановление на сплошных вырубках, оставленных на самозаращение вследствие природных процессов, а также на сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению, оценивается как неудовлетворительное, поскольку в обоих слу-

чаях не достигнуты нормативные значения средней высоты и количества деревьев главной породы. На сплошных вырубках с проведенными мероприятиями по искусственному лесовосстановлению лесовосстановление можно считать удовлетворительным, поскольку нормативные показатели средней высоты и густоты деревьев главной породы превышены. Молодняки на обследованных нами сплошных

Таблица 4

Table 4

Распределение общего количества древесных растений по высоте на сплошных вырубках
Distribution of total woody plants by height on solid cuts

Порода Breed	Распределение общего количества древесных растений по высоте, числитель – количество, шт./га, знаменатель – доля, % Distribution of total woody plants by height, numerator – quantity, piece/hectare, denominator – share, %			
	Мелкие (до 0,5 м) Small (up to 0,5 m)	Средние (0,6–1,5 м) Averages (0,6–1,5 m)	Крупные (выше 1,5 м) Large (above 1,5 m)	Всего In total
Сплошные вырубки с естественным лесовосстановлением вследствие природных процессов Continuous deforestation with natural reforestation due to natural processes				
С	$\frac{625}{60,0}$	$\frac{417}{40,0}$	–	$\frac{1042}{100}$
Б	–	$\frac{416}{49,9}$	$\frac{417}{50,1}$	$\frac{833}{100}$
Ос	$\frac{208}{20,0}$	$\frac{417}{40,0}$	$\frac{417}{40,0}$	$\frac{1042}{100}$
Сплошные вырубки с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению Continuous deforestation with facilitation activities natural reforestation				
С	$\frac{1250}{66,7}$	$\frac{625}{33,3}$	–	$\frac{1875}{100}$
Б	–	$\frac{417}{33,4}$	$\frac{833}{66,4}$	$\frac{1250}{100}$
Ос	–	$\frac{208}{33,3}$	$\frac{417}{66,7}$	$\frac{625}{100}$
Сплошные вырубки с проведенными мероприятиями по искусственному лесовосстановлению Continuous deforestation with artificial measures to reforestation				
С	$\frac{208}{10,0}$	$\frac{1042}{50,0}$	$\frac{833}{40,0}$	$\frac{2083}{100}$
Б	$\frac{208}{33,3}$	$\frac{208}{33,3}$	$\frac{209}{33,4}$	$\frac{625}{100}$
Ос	$\frac{208}{49,8}$	–	$\frac{209}{50,2}$	$\frac{417}{100}$

Таблица 5
Table 5

Результаты оценки успешности лесовосстановления на сплошных вырубках
Results of the reforestation success assessment on solid cuts

Породный состав Tree breeding	Общее количество экземпляров, шт./га Total viable copy in recalculation for a large, piece/hectare	Количество жизнеспособных экземпляров в пересчете на крупные, шт./га Number of viable copy in recalculation for a large, piece/hectare	Общее количество жизнеспособных экземпляров хвойных пород в пересчете на крупные, шт./га Total viable copy in recalculation for a large, piece/hectare	Средняя высота главной породы, м Average height of the main breed, m	Требования к молоднякам для отнесения их к землям, на которых расположены леса Requirements for young growth to assign them to lands, on which forest wives are located			Оценка успешности лесовосстановления Assessment of reforestation success	Рекомендуемые мероприятия Recommended activities
					Возраст для искусственных молодняков, лет Age for artificial young growth, years	Количество деревьев главных пород, шт./га Number of heads of breeds, pcs./ha	Средняя высота главной породы, м Average height of heads of breeds, m		
Сплошные вырубки с естественным лесовосстановлением вследствие природных процессов Continuous deforestation with natural reforestation due to natural processes									
3,6С	1042	834	834	0,6	–	2000	1,0	Неудовлетворительное Unsatisfactory	Создание лесных культур, густота – 2000 шт./га Creation of forest crops, density – 2000 pcs./ha
3,6Ос	1042	855							
2,8Б	833	751							
Сплошные вырубки с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению Continuous deforestation with facilitation activities natural reforestation									
5,0С	1875	1125	1125	0,6	–	2000	1,0	Неудовлетворительное Unsatisfactory	Создание лесных культур, густота – 500 шт./га Creation of forest crops, density – 500 pcs./ha
3,3Б	1250	1167							
1,70с	625	583							
Сплошные вырубки с проведенными мероприятиями по искусственному лесовосстановлению Continuous deforestation with artificial measures to reforestation									
6,7С	2083	1021	1021	1,2	8	2000	1,0	Удовлетворительное Satisfactory	Отнесение молодняков к землям, на которых расположены леса Assignment of young growth to lands on which forests are located
2,0Б	625	479							
1,30с	417	313							

вырубках 2011 г. с искусственным лесовосстановлением могут быть отнесены к землям, на которых расположены леса. В качестве рекомендуемых мероприятий на вырубках с естественным лесовосстановлением вследствие природных процессов и на вырубках с проведенными мероприятиями по содействию естественному лесовосстановлению целесообразно проектировать создание частичных лесных культур сосны густотой соответственно 2000 и 500 шт./га в местах, не занятых подростом главной породы.

Выводы

В результате проведенных нами исследований установлено, что на сплошных вырубках шириной 200 м в сосняках разнотравных процессы естественного лесовосстановления хозяйственно ценными древесными породами через 10 лет после рубки протекают неудовлетворительно с формированием преимущественно мягколиственных молодняков с небольшой примесью сосны в составе. Высота и густота деревьев главной породы меньше нормативных значений, установленных Правилами лесовос-

восстановления (Приказ Минприроды..., 2020) для отнесения молодняков к землям, на которых расположены леса. Проведенные после рубки меры содействия естественному лесовосстановлению в виде минерализации почвы при условии обсеменения от стен леса также не способствуют в достаточной степени повышению эффективности формирования на вырубках молодняков хозяйственно ценных пород. Успешное воспроизводство лесов в указанных условиях обеспечивается только при проведении искусственного лесовосстановления.

Список источников

- Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун.-т, 2015. 152 с.
- Динамика естественного лесовосстановления на нарушенных в процессе нефтегазодобычи землях на территории Нефтеюганского района ХМАО-Югры / С. В. Залесов, А. Е. Морозов, Р. В. Морозова, Е. П. Платонов // Леса России и хоз-во в них. 2011. Вып. 3 (40). С. 3–17.
- Древесная растительность на вырубках в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе / К. А. Башегуров, С. В. Залесов, К. В. Мельникова, А. Е. Морозов, А. С. Оплетаев // Международный науч.-исслед. журн., 2021. № 6 (108). Ч. 3. С. 63–67.
- Естественное лесовозобновление в Джабык-Карагайском бору / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, Л. П. Абрамова, А. С. Степанов // ИВУЗ. Лесн. журн. 2005. № 3. С. 13–20.
- Естественное лесовозобновление на сейсмозаведочных профилях в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района / А. Е. Морозов, Р. А. Осипенко, К. А. Башегуров, С. В. Залесов // Вестник Бурят. с.-х. акад. 2021. № 2 (63). С. 99–106.
- Естественное лесовосстановление на землях, нарушенных в процессе нефтегазодобычи на территории ОАО НК «Роснефть» / С. В. Залесов, А. Е. Морозов, Р. В. Морозова, Е. П. Платонов // Влияние нефтегазового комплекса на лесообразовательные процессы в районах Западной Сибири : матер. междунар. науч.-практ. конф. 4–6 октября 2011 г. Сургут, 2011. С. 132–140.
- Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун.-т, 2020. 295 с.
- Залесов С. В., Платонов Е. П., Лопатин К. Е. Естественное лесовосстановление на вырубках Тюменского севера // ИВУЗ. Лесн. журн. 1996. № 4–5. С. 51–58.
- Казанцев С. Г., Залесов С. В., Залесов А. С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун.-т, 2006. 156 с.
- Морозов А. Е., Батуринов С. В. Эффективность лесовосстановления на сплошных вырубках после применения комплексов многооперационных лесозаготовительных машин в условиях Бисерского лесничества Пермского края // Леса России и хоз-во в них. 2020. № 2 (73). С. 50–57.
- Морозов А. Е., Строганов Е. А., Холкин С. В. Естественное лесовосстановление в насаждениях памятника природы «Нижнесалдинская кедровая роща» // Леса России и хоз-во в них. 2021. № 1 (76). С. 36–44.

Морозов А. Е., Юрин А. Н. Особенности естественного лесовосстановления на сейсморазведочных профилях в условиях Нижневартовского района ХМАО-Югры // Молодой ученый. 2017. № 51 (185). С. 118–120.

Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун.-т, 2020. 90 с.

Приказ Минприроды России от 04.12.2020 г. № 1014 «Об утверждении Правил лесовосстановления». М., 2020. 168 с.

Приказ Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». М., 2014. 31 с.

Шешина Я. А., Морозов А. Е. Эффективность процессов естественного лесовосстановления на элементах карьера добычи гранита в условиях г. Екатеринбурга // Молодой ученый. 2017. № 24 (158). С. 241–244.

References

Dancheva A. V. Zalesov S. V. Ecological monitoring of recreational forest plantations. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2015. 152 p.

Dynamics of natural reforestation on lands disturbed during oil and gas production in the Nefteyugansky district of Khanty-Mansi Autonomous Okrug / S. V. Zalesov, A. E. Morozov, R. V. Morozova, E. P. Platonov // Forests of Russia and economy in them. 2011. № 3 (40). P. 3–17.

Fundamentals of phytomonitoring / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. G. Magasumova, R. A. Osipenko. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2020. 90 p.

Kazantsev S. G., Zalesov S. V., Zalesov A. S. Optimization of forest management in derived birch forests of the Middle Urals. Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2006. 156 p.

Morozov A. E., Baturin S. V. Efficiency of reforestation on continuous deforestation after the use of complexes of multi-operation logging machines in the conditions of the Bisersky forestry of the Perm Territory // Forests of Russia and agriculture in them. 2020. № 2 (73). P. 50–57.

Morozov A. E., Stroganov E. A., Kholkin S. V. Natural reforestation in the plantations of the natural monument «Nizhnesaldinskaya cedar grove» // Forests of Russia and agriculture in them. 2021. № 1 (76). P. 36–44.

Morozov A. E., Yurin A. N. Features of natural reforestation on seismic survey profiles in the Nizhnevartovsky district of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Ugra // Young scientist. 2017. № 51 (185). P. 118–120.

Natural reforestation in the Dzhabyk-Karagay forest / N. A. Lugansky, S. V. Zalesov, L. P. Abramova, A. S. Stepanov // ИВУЗ Forest Journal. 2005. № 3. P. 13–20.

Natural reforestation on seismic survey profiles in the conditions of the West Siberian North Taiga Lowland Forest Region / A. E. Morozov, R. A. Osipenko, K. A. Bashegurov, S. V. Zalesov // Bulletin of the Buryat Agricultural Academy. 2021. № 2 (63). P. 99–106.

Natural reforestation on the lands broken in the course of oil and gas production in the territory of JSC Rosneft / S. V. Zalesov, A. E. Morozov, R. V. Morozova, E. P. Platonov // Influence of an oil and gas complex on forestry processes in areas of Western Siberia : materials of the international academic and research conference on October 4–6, 2011. Surgut, 2011. P. 132–140.

Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 04.12.2020 No. 1014 «On approval of the Rules for reforestation». М., 2020. 168 p.

Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 18.08.2014 No. 367 «On approval of the List of forest growing zones of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation». М., 2014. 31 p.

Sheshina Y. A., Morozov A. E. Efficiency of natural reforestation processes on the elements of the granite mining quarry in the conditions of Yekaterinburg // Young scientist. 2017. № 24 (158). P. 241–244.

Woody vegetation on logging in the West Siberian North Taiga Plain Forest Region / K. A. Bashegurov, S. V. Zalesov, K. V. Melnikova, A. E. Morozov, A. S. Opletaev // International Research Journal. 2021. № 6 (108). Part 3. P. 63–67.

Zalesov S. V. Forestry. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2020. 295 p.

Zalesov S. V., Platonov E. P., Lopatin K. E. Natural reforestation in the clearings of the Tyumen North // Forest Journal. 1996. No. 4–5. P. 51–58.

Информация об авторах:

A. E. Морозов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

B. A. Южаков – магистрант.

Information about the authors:

A. E. Morozov – candidate of agricultural sciences, associate professor;

V. A. Yuzhakov – master's degree.

Статья поступила в редакцию 31.01.2022; принята к публикации 20.02.2022.

The article was submitted 20.02.2022; accepted for publication 20.02.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 26–36
Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 26–36

Научная статья
УДК 630.43:630.18(470.5)
Doi: 10.51318/FRET.2022.51.26.003

МИНИМИЗАЦИЯ ПОСЛЕПОЖАРНОГО УЩЕРБА В СОСНЯКАХ ПОСЛЕ НИЗОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Евгений Владимирович Архипов¹, Сергей Вениаминович Залесов²

¹ Государственный национальный природный парк «Бурабай»,
п. Бурабай, Казахстан

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ arhipov.forestfires@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0313-8019>

² Zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410x>

Аннотация. На основе материалов пробных площадей и натурных обследований проанализированы последствия низовых лесных пожаров различной интенсивности в сухих сосняках Казахского мелкосопочника. Установлена зависимость отпада деревьев сосны от высоты нагара на стволах деревьев. Составлены диаграммы прогноза отпада деревьев после низовых лесных пожаров различной интенсивности, обеспечивающие повышение лесоводственной эффективности выборочных санитарных рубок и целесообразность назначения сплошных санитарных рубок. Предложен метод глазомерного рекогносцировочного определения санитарного состояния сосновых древостоев Казахского мелкосопочника, основанный на биологических особенностях жука пахиты четырехпятнистой (*Pachyta quadrimaculata* Linnaens 1758). Установлено, что высокая численность указанного жука на цветущих растениях живого напочвенного покрова свидетельствует об отмирании корней в ближайших сосновых древостоях. Последнее объясняется тем, что самки пахиты четырехпятнистой откладывают яйца вблизи отмирающих корней сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), не нанося вреда здоровым корням деревьев. Осуществляя мониторинг за численностью пахиты четырехпятнистой, можно с весьма высокой точностью отслеживать санитарную обстановку в сосновых лесах.

Ключевые слова: Казахский мелкосопочник, сосняк, низовой лесной пожар, высота нагара, отпад, пахита четырехпятнистая (*Pachyta quadrimaculata* Linnaens 1758), санитарное состояние

Scientific article

MINIMIZATION OF AFTER FIRE DAMAGE IN GROUND FOREST FIRES

Evgenii V. Arkhipov¹, Sergey V. Zalesov²

¹ Ural state Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

² State national natural park «Burabay», Kazakhstan, Burabay village

¹ arhipov.forestfires@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0313-8019>

² Zalesovsv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3779-410x>

Abstract. On the basis of materials of trial areas and field surveys, the consequences of grassland forest fires of various intensities in dry pine forests of the Kazakh Upland were analyzed. The dependence of the mortality of pine trees on the height of carbon deposits on tree trunks was established. The diagrams were compiled for predicting

tree mortality after ground forest fires of various intensity, providing an increase in silvicultural efficiency of selective sanitary felling and expediency of clear sanitary felling appointment. The method of eye – measured reconnaissance determination of sanitary condition of pine stanstands of the Kazakh upland based on biological features of beetle Paquita four-spotted was proposed (*Pachyta quadrimaculata* Linnaens 1758). It was found that the high abundance of this beetle on flowering plants of the living ground cover indicates the death of the roots in the nearest pine stands. The latter is explained by the fact that the females of paquita four-spotted lay eggs near dying roots of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) without harming healthy roots of trees. Monitoring the number of paquita four-spotted can with high accuracy monitor traen the sanitary situation in pine forests.

Keywords: Kazakh upeand, pine stands, ground forest fire, hight of carbon deposit, paquata four-spotted (*Pachyta quadrimaculata* Linnaens 1758), sanitary condition

Введение

Несмотря на актуальность проблемы природных пожаров в современном мире (Воробьев и др., 2004; Goldammer, 2013; Шубин, Залесов, 2016), следует отметить, что не все виды лесных пожаров оказывают одинаковое разрушающее воздействие на сосновые насаждения (Фуряев и др., 2005; Шубин, Залесов, 2013; Иванова, Иванов, 2015). Чаще всего степень воздействия лесных пожаров на древостой зависит от целого ряда различных факторов, что затрудняет определение величины отпада деревьев после прохода лесного пожара. В то же время для минимизации негативных последствий лесных пожаров на древостой очень важно иметь объективные данные о величине потенциального отпада непосредственно после ликвидации горения. Указанное позволяет своевременно назначать лесоводственные мероприятия, в частности выборочные или сплошные санитарные рубки, предотвращая тем самым размножение вторичных вредителей и используя древесину, которая не потеряла на момент рубки технических качеств.

Другими словами, данные об устойчивости деревьев после прохода лесных пожаров различной интенсивности позволяют своевременно назначать лесоводственные мероприятия в пройденных огнем насаждениях и тем самым минимизировать послепожарный ущерб.

Чаще всего в качестве показателей устойчивости деревьев против термического воздействия низовых лесных пожаров используются их диаметр на высоте 1,3 м и высота нагара на стволах (Валендик и др., 1979; Демаков и др., 1982). При этом первый показатель характеризует устойчивость деревьев, а второй – интенсивность термического воздействия.

Леса Казахского мелкосопочника представлены преимущественно сосновыми насаждениями и характеризуются высокими показателями фактической горимости (Архипов, Залесов, 2016; 2017). Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), произрастающая здесь, имеет некоторые физиологические отличия от сосны обыкновенной, произрастающей в других регионах (Сукачев, 1948). Последнее вызывает необходимость проведения

исследований ее послепожарной устойчивости и санитарного состояния.

Целью исследований являлись определение жизненного потенциала деревьев после прохождения низовых пожаров различной интенсивности и поиск визуальных методов определения санитарного состояния сосновых древостоев.

Объект и методы исследования

Объектом исследований служили сосновые насаждения Казахского мелкосопочника, пройденные низовыми лесными пожарами различной интенсивности. Визуальное представление о расположении района исследований позволяет получить рис. 1.

Климат района исследований резко континентальный. В летние месяцы при дефиците осадков нередки суховеи. В лесном фонде доминируют сосновые древостои сухих типов леса, что в сочетании с холмистым рельефом способствует повышению пожарной опасности. Последнее объясняет также доминирование низовых лесных пожаров (Мусин, 1973).

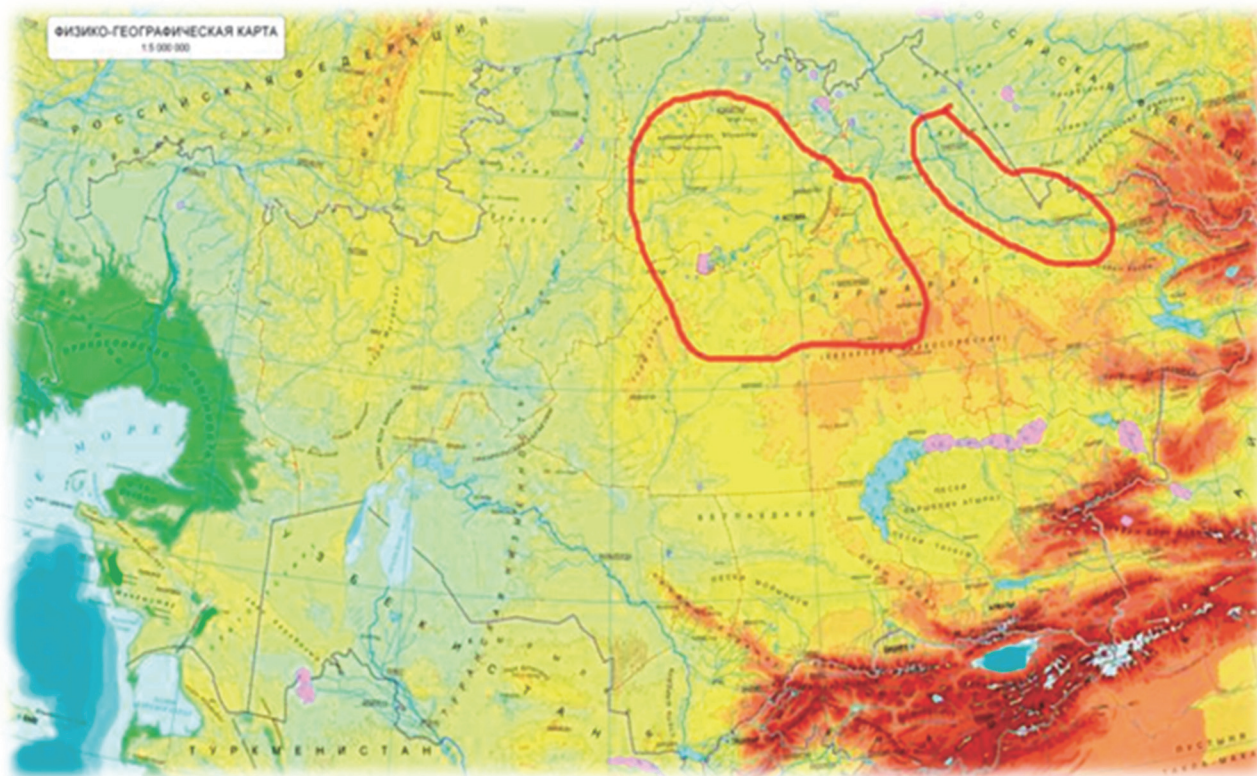


Рис. 1. Район проведения исследований
Fig. 1. Research area

В процессе исследований было заложено 22 постоянные пробные площади (ППП) в типе леса сосняк сухой С2 в соответствии с требованиями по закладке ППП (Основы фитомониторинга, 2020).

При подборе участков для закладки ППП были изучены лесоустроительные материалы и книги учета лесных пожаров. В процессе отвода ППП устанавливались вид и интенсивность пожара. Для установления вида и интенсивности низовых лесных пожаров использовались высота нагара на стволах, характер повреждения живого напочвенного покрова, подроста, подлеска, лесной подстилки и корневых систем деревьев сосны (Фуряев и др., 2005). ППП представляли дре-

востои, пройденные низовыми лесными пожарами слабой, средней и высокой интенсивности.

Результаты и обсуждение

Несмотря на высокие показатели фактической горимости лесов Казахского мелкосопочника большинство из них сохраняется после низовых лесных пожаров. Так, низовые пожары слабой интенсивности способствуют естественному возобновлению за счет сокращения мощности лесной подстилки. Кроме того, низовые лесные пожары слабой и средней интенсивности, приводя к гибели тонкие необратимо угнетенные деревья, способствуют увеличению площади роста крупных деревьев и их текущего прироста.

На величину отпада деревьев после низовых лесных пожаров влияют продолжительность засушливого периода, запас напочвенных горючих материалов, возраст, состав, средние показатели высоты и диаметра деревьев на высоте 1,3 м и другие факторы (Чурило, 2013).

Наличие в сухих сосняках Казахского мелкосопочника мощной лесной подстилки обуславливает доминирование устойчивых низовых лесных пожаров. Материалы табл. 1 свидетельствуют, что ППП были заложены в насаждениях, пройденных в 2004–2007 гг. устойчивыми низовыми лесными пожарами слабой, средней и высокой интенсивности. При этом средняя высота нагара на стволах варьировала от 0,55 до 8,2 м,

а у отдельных деревьев достигала 11,8 м.

Анализ данных лесоводственно-таксационной характеристики показал, что в связи с тем, что часть деревьев утратила жизненный потенциал, снизились густота и запас, а также относительная высота, но в то же время увеличились средний диаметр и средняя высота (табл. 2). Основной объём отпада деревьев при трёх рассмотренных интенсивностях отмечен в первые три года после воздействия огня на лесные экосистемы.

Величина послепожарного отпада после устойчивого низового пожара слабой интенсивности представлена на рис. 2 и зависит от толщины деревьев. После прохождения низовых устойчивых пожаров слабой интенсивности отпад деревьев с высотой нагара на стволах до 2,5 м и при диаметре от 16 см и выше не происходит. В первую очередь отмирают фаутные деревья и отставшие в росте.

После прохождения низовых устойчивых пожаров средней интенсивности величина отпада

деревьев в ступенях толщины 6–10 см при высоте нагара до 0,5 м составила от 10 до 53 %, а при высоте нагара выше 0,5 м деревья в ступени толщины 6,0 см гибнут полностью. Деревья с диаметром более 16 см сохраняют жизнеспособность при высоте нагара до 2,5 м, а деревья диаметром от 24 см – и при высоте нагара до 4,0 м включительно (рис. 3).

Таким образом, деревья в ступени толщины 16 см при данном виде пожара в типе леса С₂ следует считать пороговым

Таблица 1

Table 1

Характеристика пожаров
Characteristics of fires

№ ППП PPP	Дата пожара Date of fire	Вид пожара Type of fire	Интенсивность горения Intensity of gorenje	Средняя высота нагара, м Average height of the deposit, m
1	06.05. 2004	Низовой устойчивый	Слабая	1,2
2	06.05.2004	Низовой устойчивый	Слабая	0,8
3	30.04.2004	Низовой устойчивый	Средняя	2,4
4	30.04.2004	Низовой устойчивый	Средняя	3,4
5	03.05.2004	Низовой устойчивый	Высокая	8,2
6	03.05.2004	Низовой устойчивый	Высокая	4,9
7	29.04.2005	Низовой устойчивый	Слабая	0,6
8	07.05. 2006	Низовой устойчивый	Средняя	2,0
9	07.05. 2006	Низовой устойчивый	Слабая	0,55
10	14.05. 2006	Низовой устойчивый	Слабая	1,6
11	15.05.2007	Низовой устойчивый	Средняя	2,4
12	15.05.2007	Низовой устойчивый	Средняя	2,7
13	22.05.2006	Низовой устойчивый	Слабая	0,8
14	22.05.2006	Низовой устойчивый	Слабая	0,7
15	22.05.2006	Низовой устойчивый	Средняя	2,9
16	05.08.2003	Низовой устойчивый	Высокая	6,1
17	29.04.2006	Низовой устойчивый	Слабая	1,6
18	29.04.2006	Низовой устойчивый	Слабая	0,8
19	27.05.2005	Низовой устойчивый	Высокая	4,6
20	16.09.2004	Низовой устойчивый	Средняя	3,0
21	16.09.2004	Низовой устойчивый	Слабая	0,9
22	16.09.2004	Низовой устойчивый	Высокая	4,4

Таблица 2

Table 2

Изменение таксационных показателей древостоев на пробных площадях в результате пожара
Changes in the taxation indicators of stands on test areas as a result of fire

№ ПП № PP	Изменение таксационных показателей Changes in taxation indicators									
	Средняя высота Average height		Средний диаметр Average diameter		Густота Density		Относительная полнота Relative completeness		Запас Reserve	
	абс., м	%	абс., см	%	абс., шт./га	%	абс.	%	абс., м ³ /га	%
1	+1,3	+7,5	+1,2	+4,2	-91	-18,2	-0,01	-1,42	-11,2	-4,76
2	+0,2	+1,09	+0,7	+4,3	-162	-24,3	-0,1	-12,5	-22,1	-7,82
3	+3,5	+21,2	+5,6	25,9	-316	-31,6	-0,07	-8,75	-12,3	-4,62
4	+0,9	+4,5	+1,1	+4,7	-317	-28,3	-0,04	-4,0	-34,3	-10,23
5	+6,0	+24,0	+4,1	+14,6	-467	-98,3	-0,69	-98,5	-293,5	-98,16
6	+0,6	+2,91	+1,1	+4,5	-200	-28,2	-0,12	-13,3	-34,7	-11,38
7	+0,15	+1,0	+1,85	+12,6	-129	-12,6	-0,04	-4	-27,8	-8,33
8	+0,1	+0,58	+0,45	+2,6	-50,8	-2,85	-0,18	-16,3	-55,9	-15,42
9	+0,4	+2,15	+0,9	+3,82	-111,1	-16,6	-0,07	-9,85	-18,3	-7,46
10	+0,1	+0,65	+2,2	+10,7	-127,3	-16,6	-0,24	-24	-82,8	-27,04
11	+0,6	+3,4	+3,5	+19,8	-254,7	-33,3	-0,13	-11,8	-58,2	-13,4
12	+2,4	+13,3	+3,1	+14,9	-382,1	-33,3	-0,17	-19,5	-24,0	-9,24
13	+0,5	+2,68	+0,8	+3,53	-91	-9,1	-0,02	-2	-9,7	-2,82
14	+0,8	+4,10	+1,4	+5,98	-165	-15,7	-0,1	-9,09	-84,9	-21,3
15	+0,7	+4,04	+0,8	4,02	-380	-24,8	-0,2	-16,6	-64,8	-18,0
16	+1,1	+4,88	+0,1	+0,44	-636,9	-45,4	-0,47	-39,1	-211,9	-40,5
17	+0,7	+5,5	+1,9	+10,1	-254,7	-24,9	-0,12	-15,1	-14,3	-8,50
18	+0,5	+3,57	+0,4	+2,32	-382	-27,2	-0,31	-31	-67,4	-28,5
19	+2,9	+21,8	+6,2	+33,5	-979	-76,8	-0,47	-64,3	72,9	-53,0
20	+0,4	+1,86	+0,9	+3,51	-78,2	-13,5	-0,06	-8,69	-15,7	-5,71
21	+4,2	+18,8	+8,3	+24,7	-382,2	-42,8	-0,1	-9,09	-41,4	-7,91
22	+2,8	+12,4	+6,3	+21,7	-445,6	-49,9	-0,4	-36,3	-15,1	-34,0

значением. Деревья от 28 см и выше с высотой нагара от 0,5 до 4,5 м нагара практически не повреждаются (рис. 4). Это объясняется тем, что сосны, произрастающие в Казахском мелкосопочнике, характеризуются повышенной устойчивостью к термическому воздействию лесных пожаров.

Высокая степень отпада наблюдалась после низового устойчивого пожара высокой интенсивности. На рис. 5 приведены данные послепожарного отпада по ступеням толщины после устойчивого низового пожара высокой интенсивности.

По мере увеличения высоты нагара наблюдается отмирание

более крупных деревьев. Так, при высоте нагара 6 м погибли все деревья с диаметром от 18 см и тоньше, а при высоте нагара 8 м – 36 см и тоньше.

На основании проведённых исследований разработана общая шкала потенциального отпада, позволяющая сделать приблизительный прогноз жизненного

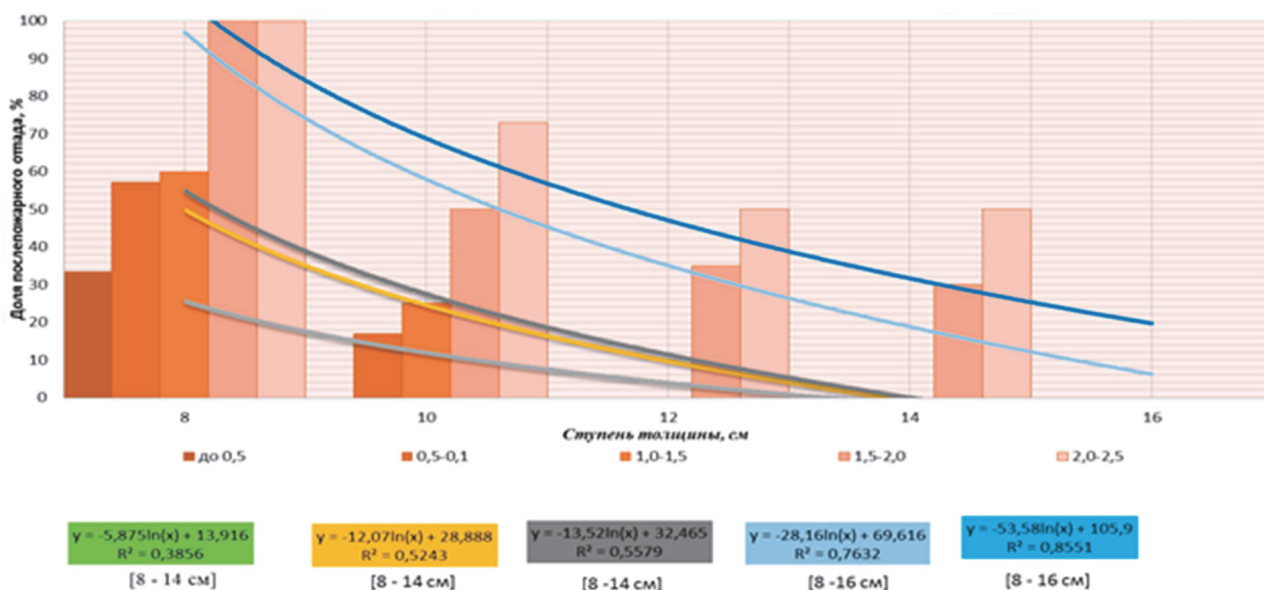


Рис. 2. Доля послепожарного отпада деревьев сосны по ступеням толщины после устойчивого низового пожара слабой интенсивности
 Fig. 2. The proportion of post-fire fall of pine trees by thickness steps after a sustained low-intensity grass-roots fire

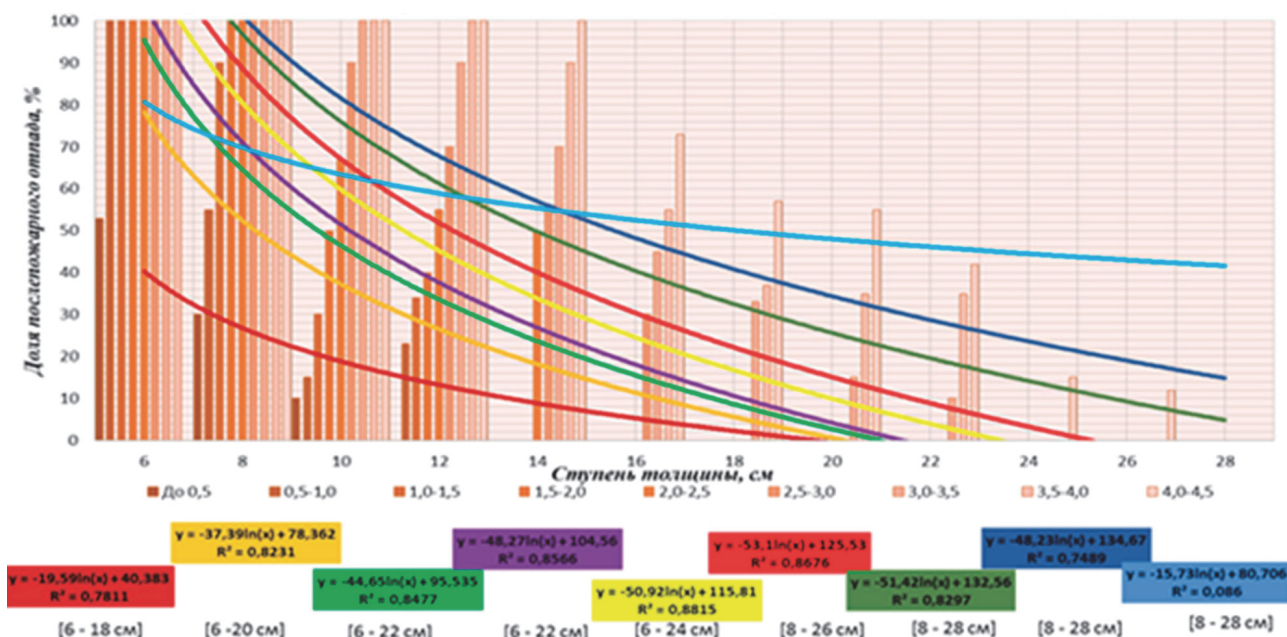


Рис. 3. Доля послепожарного отпада деревьев сосны по ступеням толщины после устойчивого низового пожара средней интенсивности
 Fig. 3. The proportion of post-fire fall of pine trees by thickness steps after a sustained low-level fire of medium intensity

состояния деревьев в сухих сосняках (С₂) после воздействия огня различной силы (рис. 6).

В результате проведённого анализа отмечено, что после прохождения низовых устойчивых

пожаров слабой интенсивности запас древостоя снижается от 2,82 до 7,82 %, после прохождения низовых пожаров средней интенсивности – от 4,62 до 10,23 %, а при низовых устойчивых по-

жарах высокой интенсивности – от 11,38 до 98,16 %. Основной отпад деревьев после устойчивых низовых лесных пожаров отмечается в первые три года после их термического воздействия.



Рис. 4. КГУ «Урумкайское ЛХ» пробная площадь № 4
Fig. 4. KSU «Urumkai LH» trial area No. 4

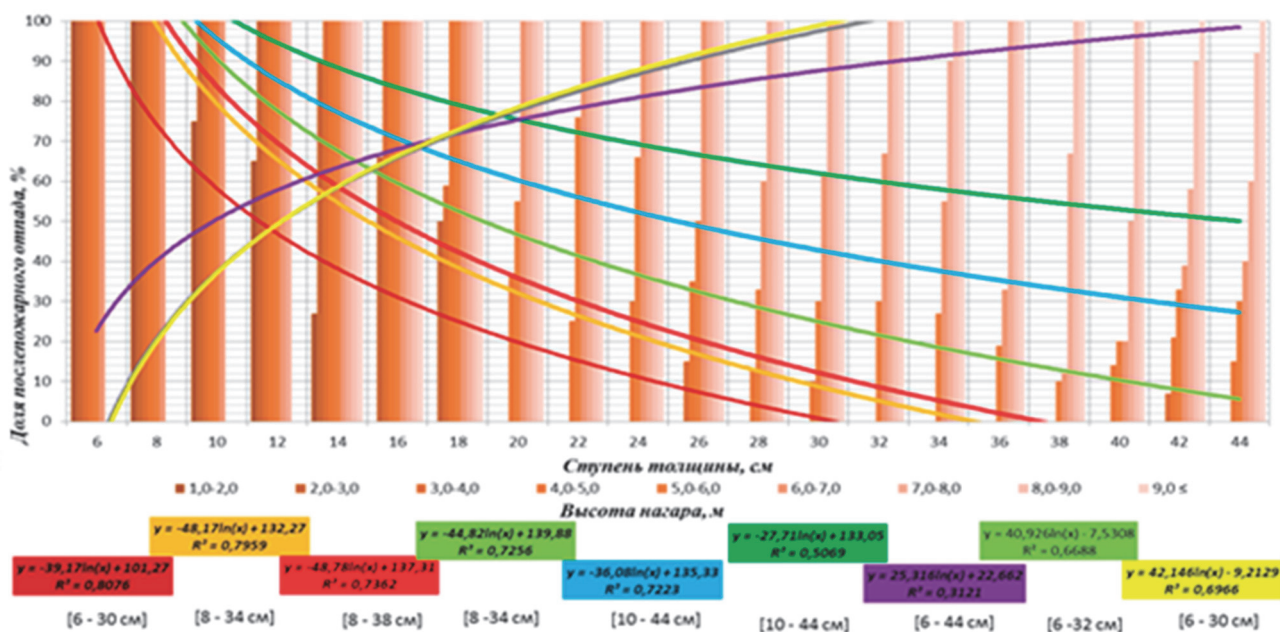


Рис. 5. Доля послепожарного отпада деревьев сосны по ступеням толщины после устойчивого низового пожара высокой интенсивности
Fig. 5. The proportion of post-fire fall of pine trees by thickness steps after a sustained low-intensity fire

Используя предлагаемую шкалу потенциального отпада деревьев сосны после низовых лесных пожаров, можно назначать лесоводственные мероприятия, в частности санитарные рубки, сразу после ликвидации пожара, а следовательно, обеспечить

своевременную уборку погибших и отмирающих деревьев до заражения их вторичными вредителями и утраты древесины технических качеств.

В ослабленных лесными пожарами древостоях нередко развивается корневая губка. Для

оперативного удаления зараженных деревьев и недопущения развития очагов поражения необходимо оперативный прогноз заражения.

Во время проведения полевых работ (июнь – август) отмечено, что на полянах и опушках

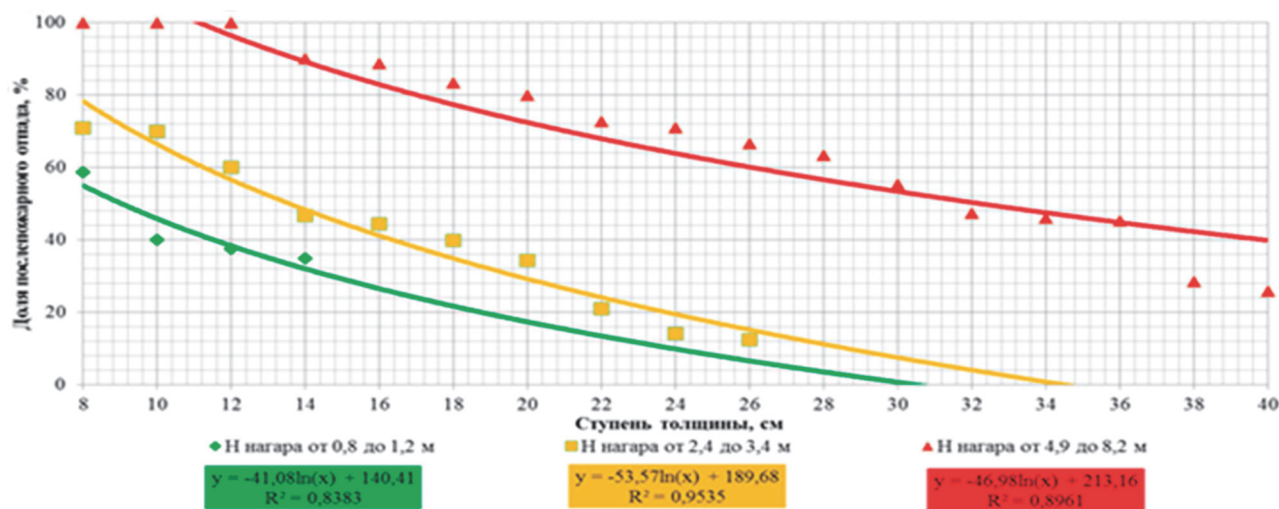


Рис. 6. Шкала доли потенциального отпада деревьев сосны по густоте в сосняках сухих типов леса (C₂), пройденных низовыми пожарами с различной высотой нагара

Fig. 6. The scale of the share of potential loss of pine trees by density in pine forests of dry forest types (C₂), passed by grass-roots fires with different heights of carbon

некоторых сосняков, на цветах ряда растений – жабрицы однолетней (*Seseli annuum* L.), лабазника шестилепестного (таволги) (*Filipendula hexapetala* Gilib), рябинника рябинолистного (*Sorbaria sorbifolia* L.) – встречаются жуки пахиты четырёхпятнистой (*Pachyta quadrimaculata* Linnaeus). Этот жук (рис. 7) – обычный обитатель в Казахстане, и, как правило, его численность небольшая, но на некоторых участках было отмечено его повышенное количество. Проведённые нами обследования показали, что увеличение количества особей жука отмечается в древостоях, где из-за воздействия пожаров погибла часть деревьев, а в почве имеется повышенный запас погибших корней, который является кормовой базой для пахиты. Самки откладывают яйца в почву вблизи погибших корней сосны, затем личинки внедряются в древесину погибших корней



Рис. 7. Пахита четырёхпятнистая *Pachyta quadrimaculata* Linnaeus 1758
Fig. 7. Four-spotted paquita *Pachyta quadrimaculata* Linnaeus 1758

и развиваются в ней в течение 3 лет.

При дополнительном питании жуков нектаром и пыльцой, во время их максимального лёта 2–3 жука на 10 растениях – общий уровень ослабления участка леса можно считать повышенным. Если при учётах установлено, что в среднем на

10 цветков приходится 7–10 жуков, то уровень ослабленности древостоя может считаться опасно повышенным (табл. 3).

Таким образом, при проведении мониторинга состояния сосняков следует обращать внимание на уровень численности жуков пахиты четырёхпятнистой. В случае, если численность

превышает фоновые показатели, предложенные в табл. 3, на близлежащем участке леса следует провести более тщательное лесопатологическое обследование, так как в древостое, скорее всего, происходят некие патологические процессы, которые привели к гибели части корней деревьев.

В том случае, если уровень численности пахиты будет невысок и не превысит естествен-

ного, санитарные рубки могут быть проведены без потери качества древесины в течение одного года после пожара площадью более 10 га. Если площадь пожара менее 10 га, рубки должны быть проведены в течение 3–5 месяцев. При этом угроза быстрого формирования очагов стволовых вредителей отсутствует.

Если уровень численности пахиты повышенный, а площадь очага не превышает 10 га,

то рубки должны быть проведены в течение 2–3 месяцев после пожара. Если же площадь очага превышает 10 га, то рубки должны быть проведены в течение 3–5 месяцев после пожара.

При высоком уровне численности пахиты четырёхпятнистой санитарные рубки в пострадавших от огня сосняках должны быть проведены в течение 1–3 месяцев (Архипов, 2013).

Таблица 3

Table 3

Встречаемость жуков пахиты четырёхпятнистой (*Pachyta quadrimaculata* Linnaeus 1758) и состояние древостоев сосны
The occurrence of four-spotted pachyta beetles (*Pachyta quadrimaculata* Linnaeus 1758) and the state of pine stands

Среднее количество пахиты на 10 цветущих растениях, шт. Average amount of paquita on 10 flowering plants, pcs	Общее состояние древостоя General condition of the stand	Примечания Notes
0,5	Здоровое	Уровень поражения деревьев не превышает естественный
2,5	Ослабленное	Уровень поражения деревьев повышенный
10,5	Сильно ослабленное	Уровень поражения деревьев опасно повышенный

Выводы

1. Сосняки Казахского мелкосопочника характеризуются повышенной пожарной опасностью.

2. Наличие мощной лесной подстилки в сухих сосняках способствует распространению устойчивых низовых лесных пожаров.

3. Доля отпада деревьев после низовых лесных пожаров зависит от их интенсивности и с высокой вероятностью определяется по диаметру деревьев на высоте 1,3 м и высоте нагара на стволах.

4. Отпад деревьев наиболее интенсивно протекает в первые 3 года после устойчивых низовых лесных пожаров.

5. Разработанные шкалы потенциального отпада позволяют оперативно проводить лесоводственные мероприятия, в том числе санитарные рубки в насаждениях, пройденных устойчивыми низовыми лесными пожарами.

6. В ослабленных лесными пожарами сосновых древостоях Казахского мелкосопочника

развивается корневая губка. В целях раннего обнаружения очагов корневой губки можно использовать частоту встречаемости жука пахиты четырёхпятнистой (*Pachyta quadrimaculata* Linnaeus 1758) на цветах живого напочвенного покрова.

7. При высокой численности пахиты четырёхпятнистой назначается детальное лесопатологическое обследование прилегающих сосновых древостоев.

Список источников

- Архипов Е. В. Возможный метод рекогносцировки определения неблагоприятного состояния сосняков // Вестник СГУ им. Шакарима. 2013. № 1. С. 135–137.
- Архипов Е. В., Залесов С. В. Горимость сосновых лесов Казахского мелкосопочника // Вестник Алтайс. гос. аграрн. ун-та. 2016. № 9 (143). С. 64–69.
- Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрн. вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 10–15.
- Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А. Крупные лесные пожары. М. : Наука, 1979. 198 с.
- Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы. М. : ДЭКС – ПРЕСС, 2004. 312 с.
- Демаков Ю. П., Калинин К. Н., Иванов А. В. Послепожарный отпад в сосняках и его прогнозирование // Лесн. хоз-во. 1982. № 6. С. 51–53.
- Иванова Г. А., Иванов А. В. Пожары в сосновых лесах Средней Сибири. Новосибирск : Наука, 2015. 240 с.
- Мусин М. З. Определение отпада деревьев до и после пожара и метод повышения пожароустойчивости древостоев в борах Казахского мелкосопочника // Горение и пожары в лесу. Красноярск, 1973. С. 278–300.
- Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
- Сукачев В. Н. Очерк лесной растительности заповедника «Боровое» // Тр. гос. заповедника «Боровое». Алма-Ата, 1948. Вып. 1. С. 14–40.
- Фуряев В. В., Заблоцкий В. И., Черных В. А. Пожароустойчивость сосновых лесов. Новосибирск : Наука. СО РАН, 2005. 159 с.
- Чурило Е. В. Влияние лесоводственно-таксационных показателей на пожароустойчивость насаждений в лесорастительных условиях Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. Гомель : Ин-т леса НАН Беларуси, 2013. Вып. 73. С. 572–580.
- Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 127 с.
- Шубин Д. А., Залесов С. В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 39–41.
- Goldammer J. G. Vegetation and Global Change. Kessel Publishing Hause, Germany. 2013. 398 p.

References

- Dancheva A. V., Zalesov S. V. Ecological monitoring of recreational forest plantations. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2015. 152 p.
- Dynamics of natural reforestation on lands disturbed during oil and gas production in the Nefteyugansky district of Khanty-Mansi Autonomous Okrug / S. V. Zalesov, A. E. Morozov, R. V. Morozova, E. P. Platonov // Forests of Russia and economy in them. 2011. № 3 (40). P. 3–17.
- Fundamentals of phytomonitoring / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. G. Magasumova, R. A. Osipenko. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2020. 90 p.
- Kazantsev S. G., Zalesov S. V., Zalesov A. S. Optimization of forest management in derived birch forests of the Middle Urals. Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2006. 156 p.

Morozov A. E., Baturin S. V. Efficiency of reforestation on continuous deforestation after the use of complexes of multi-operation logging machines in the conditions of the Bisersky forestry of the Perm Territory // Forests of Russia and agriculture in them. 2020. № 2 (73). P. 50–57.

Morozov A. E., Stroganov E. A., Kholkin S. V. Natural reforestation in the plantations of the natural monument «Nizhnesaldinskaya cedar grove» // Forests of Russia and agriculture in them. 2021. № 1 (76). P. 36–44.

Morozov A. E., Yurin A. N. Features of natural reforestation on seismic survey profiles in the Nizhnevartovsky district of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Ugra // Young scientist. 2017. № 51 (185). P. 118–120.

Natural reforestation in the Dzhabyk-Karagay forest / N. A. Lugansky, S. V. Zalesov, L. P. Abramova, A. S. Stepanov // University news. Forest Journal. 2005. № 3. P. 13–20.

Natural reforestation on seismic survey profiles in the conditions of the West Siberian North Taiga Lowland Forest Region / A. E. Morozov, R. A. Osipenko, K. A. Bashegurov, S. V. Zalesov // Bulletin of the Buryat Agricultural Academy. 2021. № 2 (63). P. 99–106.

Natural reforestation on the lands broken in the course of oil and gas production in the territory of JSC Rosneft / S. V. Zalesov, A. E. Morozov, R. V. Morozova, E. P. Platonov // Influence of an oil and gas complex on forestry processes in areas of Western Siberia : materials of the international academic and research conference on October 4–6, 2011. Surgut, 2011. P. 132–140.

Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 04.12.2020 No. 1014 «On approval of the Rules for reforestation». M., 2020. 168 p.

Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 18.08.2014 No. 367 «On approval of the List of forest growing zones of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation». M., 2014. 31 p.

Sheshina Y. A., Morozov A. E. Efficiency of natural reforestation processes on the elements of the granite mining quarry in the conditions of Yekaterinburg // Young scientist. 2017. № 24 (158). P. 241–244.

Woody vegetation on logging in the West Siberian North Taiga Plain Forest Region / K. A. Bashegurov, S. V. Zalesov, K. V. Melnikova, A. E. Morozov, A. S. Opletaev // International Research Journal. 2021. № 6 (108). Part 3. P. 63–67.

Zalesov S. V. Forestry. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2020. 295 p.

Zalesov S. V., Platonov E. P., Lopatin K. E. Natural reforestation in the clearings of the Tyumen North // Forest Journal. 1996. No. 4–5. P. 51–58.

Информация об авторах:

Е. В. Архипов – аспирант;

С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

E. V. Arkhipov – undergraduate student;

S. V. Zalesov – doctor of Agricultural Sciences, professor.

Статья поступила в редакцию 25.02.2022; принята к публикации 5.02.2022.

The article was submitted 25.02.2022; accepted for publication 5.02.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 37–47

Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 37–47

Научная статья

УДК 630*23

Doi: 10.51318/FRET.2021.65.76.004

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК НА ПОДРОСТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ В СОСНЯКАХ ЯГОДНИКОВОГО ТИПА ЛЕСА

Леонид Александрович Белов¹, Ольга Александровна Клям²,
Пётр Николаевич Сураев³

^{1,2,3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ belovla@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6397-3681>

² Baklakova21@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9422-5566>

³ spn555@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7842-9219>

Аннотация. Объектом исследования являлся подрост, сохранившийся и появившийся после проведения 1 приема равномерно-постепенной рубки с интенсивностью 25 % по запасу на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (далее – УУОЛ). Территория УУОЛ относится к Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области. Были обследованы ранее заложенные постоянные пробные площади (ППП) в сосновых насаждениях ягодникового типа леса и проведен сравнительный анализ естественного возобновления до и через 4 года после рубки. Исследования базировались на общепринятых методиках в лесоведении и лесоводстве по учету естественного возобновления. В ходе исследования было установлено, что после проведения 1-го приема равномерно-постепенных рубок на волоках произошла смена в составе подростка с хвойных пород на лиственные. Общее количество жизнеспособного подростка увеличилось более чем на 4000 шт./га. У большинства пород отмечено неравномерное распределение подростка по площади до и через 4 года после рубки, кроме елового и осинового подростка. На пасаках после рубки произошло увеличение доли ели в составе подростка с 4 до 7 ед. Количество жизнеспособного подростка возросло 3583 до 5654 шт./га. Встречаемость подростка неравномерная как до рубки, так и через 4 года после рубки. По жизненному состоянию подростка до рубки на волоках и пасаках отмечено отсутствие сомнительного и нежизнеспособного подростка, но через 4 года после рубки зафиксировано появление данных категорий. По категории крупности через 4 года после рубки на волоках и пасаках произошло увеличение количества мелкого подростка, а доля среднего и крупного уменьшилась. Через 4 года после рубки отмечен рост числа мелкого жизнеспособного подростка на волоках и пасаках более чем в 2 раза.

Ключевые слова: возобновление, обеспеченность подростом, жизнеспособность, подрост, равномерно-постепенная рубка, тип леса

Scientific article

THE EFFECT OF SELECTIVE LOGGING ON THE UNDERGROWTH OF PRELIMINARY GENERATION IN BERRY-TYPE PINE FORESTS

Leonid A. Belov¹, Olga A. Klam², Petr N. Suraev³

^{1,2,3} Ural State Forestry Engineering University, Department of Forestry, Yekate-rinburg, Russia

¹ belovla@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6397-3681>

² Baklakova21@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9422-5566>

³ spn555@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7842-9219>

Abstract. The object of the study was the undergrowth preserved and appeared after 1 reception of evenly-gradual felling with an intensity of 25 % in the reserve on the territory of the Ural educational and Experimental Forestry (hereinafter-UUOL). The territory of UUOL belongs to the Trans-Ural hilly-foothill province of the West Siberian Plain forest region. The previously established permanent trial areas (SPP) in the berry-type pine stands of the forest were examined and a comparative analysis of natural renewal before and 4 years after logging was carried out. The research was based on the generally accepted methods in forest science and forestry for accounting for natural regeneration. In the course of the study, it was found that after conducting evenly-gradual logging on the portages, there was a change from coniferous to deciduous. The total number of viable undergrowth increased by more than 4,000 pcs / ha. Most breeds have an uneven distribution of undergrowth before and 4 years after logging, in the feed of spruce and aspen undergrowth. In apiaries, after logging, there was an increase in the predominant breed from 4 to 7 units in the composition. The number of viable undergrowth increased from 3,583 to 5,654 pieces/ha. According to the distribution of undergrowth, the occurrence is uneven both before logging and 4 years after logging. According to the vital state of the undergrowth before logging on the portages and apiaries, the absence of doubtful and non-viable undergrowth was noted, but 4 years after logging, the appearance of these categories was recorded. According to the category of size, 4 years after logging on the portages and apiaries, there was an increase in small undergrowth, and the share of medium and large decreased. After 4 years after logging, an increase in the number of small viable undergrowth on the portages and apiaries was recorded by more than 2 times.

Keywords: renewal, availability of young people, viability, undergrowth, evenly-gradual logging, forest type

Введение

Создание научно обоснованных систем лесоводственных мероприятий, ориентированных на омоложение насаждений, а также замену спелых и перестойных насаждений молодняками, неосуществимо при отсутствии данных о количестве подростов предварительной генерации (Рекомендации..., 2001; Залесов, 2000; Залесов, Луганский, 2002). Последнее в абсолютной мере касается сосняков подзоны южной тайги Урала. К нашему огорчению, невзирая на многочислен-

ные проведенные исследования, вопросы обеспеченности подростом спелых и перестойных насаждений вплоть до сегодняшнего дня остаются неразрешенными (Фомин и др., 2015; Калачев, Залесов, 2014). Главной причиной различия данных о количестве подростов является глобальное изменение климата и антропогенное воздействие на планету. При нехватке сведений о видовом составе, жизнеспособности подростов, густоте, встречаемости невозможно подобрать вид выборочных рубок, проведе-

ние которых позволит заменить спелый или перестойный древостой молодняками без смены пород, не используя искусственное лесовосстановление (Луганский и др., 2001; Залесов, 2020). Последнее определило направление наших исследований.

Цель, объекты и методика исследований

Целью работы являлось изучение естественного возобновления в сосняках ягодникового типа леса до и через 4 года после проведения 1-го приема

равномерно-постепенных рубок на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ).

Территория УУОЛ Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) в соответствии с лесорастительным районированием Б. П. Колесникова, Р. П. Зубаревой и Е. П. Смолоногова относится к южно-таежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области (Колесников и др., 1973). Территория УУОЛ относится к защитным лесам.

Исследования базировались на общепринятых методиках в лесоведении и лесоводстве (Основы фитомониторинга, 2011; Данчева, Залесов, 2015). На участках, отведенных для проведения 1-го приема равномерно-постепенных рубок, в общей сложности было заложено 8 ППП. В зимний период 2016 г. были проведены равномерно-постепенные рубки интенсивностью 25 % по запасу. Технология разработки лесосек традиционная (валка – бензопилой, трелёвка – трелёвочным трактором). Для учета подроста на ППП равномерно закладывались учетные площадки размером 2×2 м в количестве не менее 25 шт. на каждом участке.

В процессе перечета подрост делился по породам и высотным группам (мелкий – до 0,5 м, средний – 0,6–1,5 м и крупный – выше 1,5 м). По жизненному состоянию подрост разделялся на три категории: жизнеспособный, нежизнеспособный и сомнительный. Полученные данные

обрабатывались в камеральных условиях с установлением показателей встречаемости и количества подроста в пересчете на крупный.

До рубки в летний период 2016 г. на всех ППП был проведен учет подроста отдельно на намеченных волоках и пасаках, через 4 года после рубки было проведено повторное аналогичное обследование ППП. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений до рубки представлена в ранее опубликованных статьях (Обеспеченность подростом..., 2016; Производительность сосняков..., 2016).

В научных целях был проведен анализ естественного возобновления не только на пасаках, но и на волоках, несмотря на то, что при проведении 2-го приема рубки весь подрост на волоках будет практически полностью уничтожен. Интерес к возобновлению на волоках связан с возможностью появления подроста после уплотнения почвы трелевочным трактором.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведенных исследований получены средние количественные и качественные показатели подроста на волоках и пасаках до и через 4 года после проведения 1-го приема равномерно-постепенных рубок (табл. 1).

В составе подроста на волоках через 4 года после рубки произошли значительные изменения. В частности, до рубки на волоках в составе подроста

преобладала ель, на долю которой приходилось 5 ед. состава, тогда как через 4 года после рубки на волоках преобладает подрост осины, на долю которого приходится 50 % от всего учтенного подроста. Смена ели на осину объясняется тем, что в первые годы жизни осина растет быстро, она неприхотлива и является деревом-пионером. Корнеотпрысковая осина на ранних этапах формирования своих древостоев исключает появление ели. Ель при наличии семян начинает появляться под пологом осины, когда в процессе самоизреживания ее древостоев ослабевает конкуренция, формируется моховой покров и подстилка трансформируется в более подходящий субстрат, т. е. начинается автогенная смена (Луганский и др., 2010).

Количество жизнеспособного подроста в перечете на крупный до рубки на волоках составляло 3470 шт./га. Через 4 года после рубки количество подроста стало значительно больше за счёт увеличение доли осины и составляет 7958 шт./га. Доля подроста березы и сосны изменилась незначительно: до рубки составляла 10 % состава, через 4 года после рубки 20 %. Доля пихты уменьшилась с 1 ед. состава до значения «плюс». Через 4 года после рубки на волоках отсутствует подрост лиственницы, тогда как до рубки его количество составляло 197 шт./га. Последнее объясняется его уничтожением во время заготовки древесины.

Особо можно отметить, что на волоках до рубки весь учтенный

Таблица 1

Table 1

Усредненная характеристика подроста на волоках в перечете на крупный до и через 4 года после рубки
Average characteristics of undergrowth on the trails in terms of large before and 4 years after felling

Состав подроста Composition of undergrowth	Жизненное состояние / Life condition			Встречае- мость, % Occurrence, %	Количество, жизнеспособного подроста, шт./га Number of viable undergrowth, pcs/ha
	Жизнеспособный Viable	Сомнительный Doubtful	Нежизне- способный Not viable		
До рубки / Before felling					
5Е/Ра	1638	0	0	67	1638
2Ос/Pt	780	0	0	30	780
1Б/В	378	0	0	27	378
1С/Ps	254	0	0	20	254
1П/А	223	0	0	20	223
+Лц/L	197	0	0	15	197
Итого/Total	3470	0	0	–	3470
4 года после рубки / 4 years after felling					
5Ос/Pt	3825	0	0	80	3825
2С/Ps	1188	200	63	33	1288
2Б/В	1169	188	31	33	1263
1Е/Ра	1000	167	125	33	1083
+П/А	400	200	0	10	500
Итого/Total	7581	754	219	–	7958

Примечание. Е – ель обыкновенная / Ра – *Picea abies*; С – сосна обыкновенная / Ps – *Pinus sylvestris*; П – пихта сибирская / А – *Abies sibirica*; Лц – лиственница европейская / L – *Larix decidua*; Ос – осина обыкновенная / Pt – *Populus tremula*; Б – береза повислая / В – *Betula pendula*.

подрост относился к жизнеспособному, тогда как через 4 года после рубки встречается сомнительный и нежизнеспособный подрост.

Распределение елового подроста по площади до рубки является равномерным, но через 4 года после рубки подрост распределяется неравномерно, встречаемость составляет 33 %. После рубки равномерным размещением по площади характеризуется только подрост осины, встречаемость которого составляет 80 %. У других пород до и через 4 года после

рубки отмечено неравномерное распределение по площади.

В составе подроста на пасаках до рубки и через 4 года после рубки преобладает еловый подрост, на его долю приходится 4 и 7 ед. состава соответственно (табл. 2).

Доля соснового подроста уменьшилась на 10 %. Через 4 года после рубки количество подроста березы, осины, пихты и лиственницы изменилось незначительно. При этом общее количество жизнеспособного подроста увеличилось более

чем на 1500 шт./га (до рубки – 3583 шт., через 4 года после – 5204 шт.). Последнее свидетельствует о том, что в разреженном древостое после проведения 1-го приема равномерно-последовательных рубок создаются благоприятные условия для прорастания семян, повышаются световые условия, усиливается приток тепла к поверхности почвы (Мелехов, 2003). Так же, как и на волоках, на пасаках до рубки отсутствует сомнительный и нежизнеспособный подрост, после рубки отмечено

Таблица 2

Table 2

Усредненная характеристика подроста на пасеках в пересчете на крупный до и через 4 года после рубки
Average characteristics of a juvenile in apiaries in reassessment as large before and 4 years after felling

Состав подроста Composition of undergrowth	Жизненное состояние / Life condition			Встречаемость, % Occurrence, %	Количество, жизнеспособного подроста, шт./га Number of viable undergrowth, pcs/ha
	Жизне- способный Viable	Сомнительный Doubtful	Нежизне- способный Not viable		
До рубки / Before felling					
4Е/Ра	1250	0	0	40	1250
3С/Ps	925	0	0	30	925
1Б/В	533	0	0	17	533
1Ос/Pt	425	0	0	10	425
1П/А	200	0	0	10	200
+Лц/L	250	0	0	10	250
Итого / Total	3583	0	0	–	3583
4 года после рубки / 4 years after felling					
7Е/Ра	3541	454	420	50	3768
2С/Ps	714	278	125	27	852
1Б/В	610	90	13	12	655
+Ос/Pt	288	0	0	4	288
+П/А	50	0	0	4	50
+Лц/L	0	80	180	12	40
Итого / Total	5204	902	738	–	5654

появление данных категорий жизненного состояния подроста. На долю сомнительного подроста ели приходится 12,8 %, нежизнеспособного – 11,9 % от всего учтенного подроста ели. Подрост осины и пихты до рубки и через 4 года после рубки остается только жизнеспособным. Весь подрост лиственницы до рубки был жизнеспособный, после перешел в категорию сомнительного и нежизнеспособного, последнее объясняется повреждением подроста лиственницы в процессе заготовки

древесины в виде поломки стволиков подроста.

На пасеках подрост хвойных пород ели и сосны как до рубки, так и через 4 года после рубки встречается неравномерно, об этом свидетельствует показатель встречаемости. Так, еловый подрост до рубки встречался в 40 % случаях, через 4 года после рубки – в 50 % случаев. А встречаемость соснового подроста до рубки и через 4 года после рубки практически не изменилась и составила 30 и 27 % соответственно.

Для наглядности представляем график распределения количества жизнеспособного подроста по породам в пересчете на крупный на пасеках до и через 4 года после рубки (рис. 1).

В табл. 3 и 4 представлены данные о распределении подроста по категориям крупности на волоках и пасеках до и через 4 года после рубки.

На волоках сосновый подрост до рубки преимущественно был мелким и средним, тогда как через 4 года после рубки доля мелкого подроста составила более

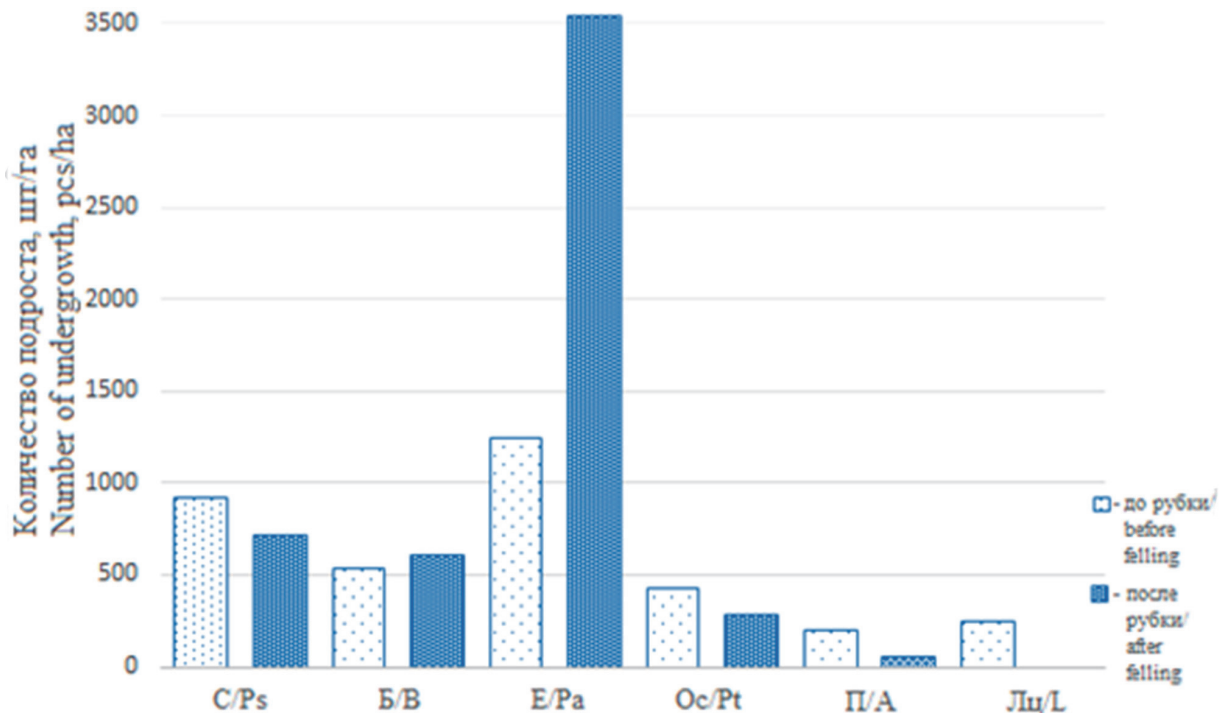


Рис. 1. Распределение количества жизнеспособного подроста по породам в пересчете на крупный на пасеках до и через 4 года после рубки
 Fig. 1. Distribution of the number of viable undergrowth by species in terms of large in apiaries before and 4 years after felling

80 % от всего учтенного подроста. До рубки весь подрост березы относился к средней и крупной категориям, через 4 года после рубки появился мелкий подрост, и его доля составила 63,9 %. Подрост осины до рубки был средним по высоте, однако через 4 года после рубки появился мелкий подрост и увеличилась доля среднего подроста. Это объясняется высокой порослевой способностью данной породы. До рубки еловый подрост преимущественно был средний и крупный. О доминировании среднего и крупного подроста ели под пологом спелых и перестойных насаждений свидетельствуют и другие

авторы (Влияние типа леса..., 2019; Обеспеченность спелых и перестойных светлохвойных..., 2019; Обеспеченность спелых и перестойных темнохвойных..., 2019).

Весь еловый подрост, мелкий и крупный, через 4 года после рубки на волоках перешел в категорию сомнительного и нежизнеспособного. Подрост пихты до рубки по большей части был средним по высоте, и его количество составляло 333 шт./га, через 4 года после рубки доля жизнеспособного среднего подроста увеличилась до 500 шт. Лиственничный подрост до рубки в основном относился

к крупной категории, на долю которого приходилось 80 % от его общего количества. Через 4 года после рубки на волоках лиственничный подрост отсутствует. Последнее объясняется тем, что подрост лиственницы до рубки располагался в центре волоков и был уничтожен лесозаготовительной техникой.

До рубки на пасеках по категориям крупности сосновый и березовый подрост распределялся относительно равномерно, однако через 4 года после рубки в 2 раза увеличилась доля мелкого жизнеспособного подроста, также появился сомнительный и нежизнеспособный подрост (табл. 4).

Таблица 3

Table 3

Распределение подроста по категориям крупности на волоках

до и через 4 года после рубки, шт./га

Distribution of undergrowth by size categories on trails

before and 4 years after felling, pcs/ha

Порода/ Breed	Мелкий/ Small				Средний/ Middle				Крупный/ Large			
	Ж/V	C/D	Не Ж/ Not v	Встречае- мость, % Occurrence,%	Ж/V	C/D	Не Ж/ Not v	Встречае- мость, % Occurrence,%	Ж/V	C/D	Не Ж/ Not v	Встречае- мость, % Occurrence,%
До рубки/ Before felling												
С/Ps	438	0	0	13	250	0	0	8	0	0	0	0
Б/В	0	0	0	0	417	0	0	10	250	0	0	10
Ос/Pt	0	0	0	0	1750	0	0	30	0	0	0	0
Е/Ра	607	0	0	17	1571	0	0	44	1214	0	0	27
П/А	83	0	0	3	333	0	0	13	83	0	0	3
Лц/L	0	0	0	0	63	0	0	3	313	0	0	13
Итого/ Total	1128	0	0	–	4384	0	0	–	1860	0	0	–
4 года после рубки/4 years after felling												
С/Ps	2375	0	125	33	0	250	0	10	0	0	0	0
Б/В	1150	0	50	22	450	0	0	10	0	150	0	4
Ос/Pt	3250	0	0	50	2750	0	0	60	0	0	0	0
Е/Ра	0	167	167	10	1550	0	0	21	0	83	0	3
П/А	0	0	0	0	500	250	0	10	0	0	0	0
Итого/ Total	6775	167	342	–	5250	500	0	–	0	233	0	–

Примечание. Ж – жизнеспособный / V – viable; С – сомнительный / D – doubtful; Не Ж – нежизнеспособный / Not viable.

Доля среднего и крупного жизнеспособного подроста уменьшилась по причине повреждения его лесозаготовительной техникой. Доля елового подроста через 4 года после рубки увеличилась, и часть подроста данной породы перешла из одной категории крупности в другую. Об этом свидетельствует тот факт, что доля среднего подроста увеличилась, вероятно, за счет перехода подроста из категории мелкого в категорию среднего. Такая же ситуация

прослеживается и с крупным подростом, доля которого составляла более 1000 шт./га через 4 года после рубки. До рубки подрост осины относился к категории среднего и крупного, но через 4 года весь средний подрост перешел в категорию крупного.

Весь лиственный подрост до рубки был жизнеспособным крупным, через 4 года после рубки его доля значительно уменьшилась, и он перешел в категорию нежизнеспособно-

го, и появился средний сомнительный и нежизнеспособный подрост. В категорию среднего попал крупный подрост лиственницы, который был поврежден во время заготовки древесины (облом вершины).

Для лучшего восприятия информации представлен график распределения количества жизнеспособного подроста по породам и группам высот на пасеках до и через 4 года после рубки (рис. 2).

Таблица 4
Table 4

Распределение подроста по категориям крупности на пасаках
до и через 4 года после рубки, шт./га
Distribution of undergrowth by size categories in apiaries
before and 4 years after felling, pcs/ha

Порода/ Breed	Мелкий/ Small				Средний/ Middle				Крупный/ Large			
	Ж/В	С/Д	Не Ж/ Not v	Встречае- мость, % Occurrence,%	Ж/В	С/Д	Не Ж/ Not v	Встречае- мость, % Occurrence,%	Ж/В	С/Д	Не Ж/ Not v	Встречае- мость, % Occurrence,%
До рубки/ Before felling												
С/Ps	500	0	0	15	375	0	0	15	375	0	0	15
Б/В	167	0	0	3	250	0	0	7	250	0	0	10
Е/Па	167	0	0	5	1042	0	0	32	333	0	0	12
Ос/Pt	0	0	0	0	375	0	0	10	125	0	0	5
П/А	0	0	0	0	250	0	0	10	0	0	0	0
Ли/L	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	0	10
Итого/ Total	833	0	0	–	2292	0	0	–	1333	0	0	–
4 года после рубки/4 years after felling												
С/Ps	1025	25	200	13	75	150	0	9	217	125	25	4
Б/В	486	57	0	4	165	43	14	4	304	14	0	4
Е/Па	3367	33	376	30	1351	47	15	21	1085	189	96	17
Ос/Pt	0	0	0	0	0	0	0	0	288	0	0	4
П/А	100	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Ли/L	0	0	0	0	0	100	100	8	0	0	100	4
Итого/ Total	4977	115	576	–	1592	340	130	–	1895	328	221	–

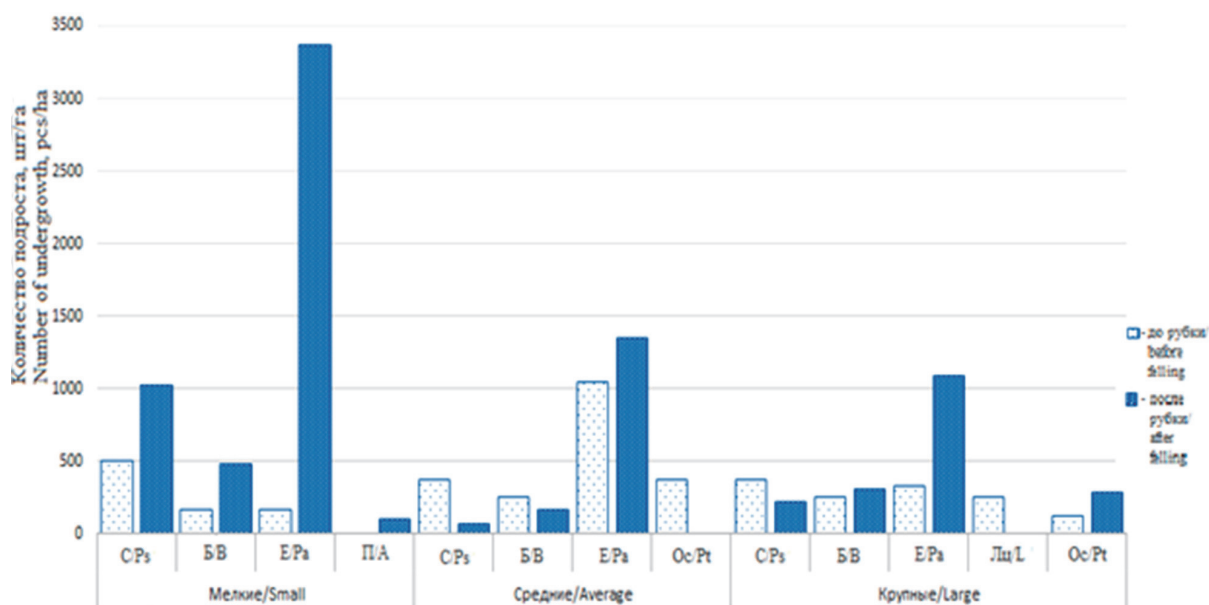


Рис. 2. Распределение количества жизнеспособного подроста по породам и группам высот на пасаках до и через 4 года после рубки
Fig. 2. Distribution of the amount of viable undergrowth by species and groups of heights in apiaries before and 4 years after felling

Заключение

Выполнен анализ сохранности подроста предварительной генерации на 8 постоянных пробных площадях, пройденных 1-м приемом равномерно-постепенной рубки. Подрост учитывался на пасаках и волоках отдельно. Учет сохранности подроста на волоках проводился с научной целью, несмотря на то, что после проведения 2-го приема рубки подрост на волоках будет уничтожен.

На волоках преобладающей породой в подросте до рубки являлась ель, через 4 года после проведения рубки доминирование перешло к лиственным породам, в частности осине. Также через 4 года после рубки отмечено увеличение общего количества жизнеспособного подроста на волоках. Распределение елового подроста по площади на волоках до рубки имело равномерный характер, а через 4 года после рубки неравномерный. У подроста осины прослеживается обратная ситуация –

до рубки было неравномерное распределение, через 4 года после рубки равномерное. Однако после проведения 1-го приема равномерно-постепенной рубки произошло увеличение доли сомнительного и нежизнеспособного подроста, но этот рост незначительный по сравнению с тем, как повысилось количество жизнеспособного подроста.

В распределении подроста по категориям крупности на волоках до рубки по всем трем категориям преобладал подрост хвойных пород, через 4 года после рубки преимущество перешло к лиственному подросту. Сомнительный и нежизнеспособный подрост до рубки отсутствует, а через 4 года после рубки подрост лиственных и хвойных пород в небольшом количестве перешел в категорию сомнительного и нежизнеспособного.

Несмотря на то, что на волоках доля мелкого подроста увеличилась, в общей массе учитывать данную категорию подроста нельзя, так как при 2-м приеме

рубок он будет практически полностью уничтожен лесозаготовительной техникой.

На пасаках в основном отмечено положительное влияние данного вида рубок на сохранность и появление подроста, что подтверждается увеличением доли подроста ели в составе на 2 ед. и мелкого подроста на 5674 шт./га относительно значений до рубки. Отмечено отсутствие сомнительного и нежизнеспособного подроста до рубки. Распределение подроста хвойных и лиственных пород по площади неравномерное до и через 4 года после рубки, об этом свидетельствует показатель встречаемости. В распределении подроста по категориям крупности на пасаках до рубки и через 4 года после рубки преобладает подрост хвойных пород. До рубки отсутствует сомнительный и нежизнеспособный подрост, однако через 4 года после рубки отмечено незначительное увеличение доли подроста данного жизненного состояния.

Список источников

Влияние типа леса и полноты древостоев на обеспеченность подростом спелых и перестойных сосняков подзоны северной тайги / Е. С. Залесова, Л. А. Белов, С. В. Залесов, Ф. Т. Тимербулатов, А. И. Чермных // Междунар. науч.-исслед. журн. 2019. № 11 (89). С. 37–41. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.89.11.040>.

Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.

Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.

Залесов С. В. Научное обоснование системы лесоводственных мероприятий по повышению продуктивности сосновых лесов Урала : дис. ... д-ра с.-х. наук / Залесов Сергей Вениаминович. Екатеринбург, 2000. 435 с.

Залесов С. В., Луганский Н. А. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 331 с.

Калачев А. А., Залесов С. В. Качество подроста пихты сибирской под пологом пихтовых и березовых насаждений Рудного Алтая // Аграрн. вестник Урала. 2014. № 4 (122). С. 64–67.

Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.

Луганский Н. А., Залесов С. В., Азаренок В. А. Лесоводство : учебник. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2001. 320 с.

Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.

Мелехов И. С. Лесоводство. 2-е изд., доп. и испр. М. : МГУЛ, 2003. 320 с.

Обеспеченность подростом предварительной генерации сосновых насаждений ягодникового типа леса / Л. А. Белов, С. В. Залесов, П. И. Рубцов, А. Ю. Толстиков, М. В. Усов, Г. А. Кутыева // Леса России и хоз-во в них. 2016. № 3. С. 4–12.

Обеспеченность спелых и перестойных светлохвойных насаждений Западно-Уральского таежного лесного района подростом предварительной генерации / Е. С. Залесова, С. В. Залесов, Г. Г. Терехов, О. В. Толкач, А. Н. Луганский, Д. А. Шубин // Успехи современ. естествознания. 2019. № 1. С. 39–44.

Обеспеченность спелых и перестойных темнохвойных насаждений Пермского края / Е. А. Ведерников, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, О. В. Толкач // Лесн. журн. 2019. № 3. С. 32–42 (Изв. высш. учеб. заведений). DOI:10.17238/issn 0536-1036.2019.332.

Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. А. Зотеева, А. Г. Магасумова : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.

Производительность сосняков ягодникового типа леса в условиях подзоны южной тайги Урала // Л. А. Белов, Е. С. Залесова, Н. А. Луганский, П. И. Рубцов, И. А. Фрейберг // Леса России и хоз-во в них. 2016. № 2. С. 13–20.

Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В. Н. Данилик, Р. П. Исаева, Г. Г. Терехов, И. А. Фрейберг, С. В. Залесов, В. Н. Луганский, Н. А. Луганский. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. 117 с.

Фомин В. В., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Методика оценки густоты подроста и древостоев при зарастании сельскохозяйственных земель древесной растительностью с использованием космических снимков высокого пространственного разрешения // Аграрн. вестник Урала. 2015. № 1 (131). С. 25–29.

References

Basics phytomonitoring / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. A. Zoteeva, A. G. Magasumova // Proc. allowance. Yekaterinburg : Ural state Forest Engineering University, 2011. 89 p.

Dancheva A. V., Zalesov S. V. Environmental monitoring of forest plantations recreational purpose : Proc. allowance. Yekaterinburg : Ural state Forest Engineering University, 2015. 152 p.

Fomin V. V., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Methodology to evaluate the density of undergrowth and overgrowth stands at agricultural land with woody vegetation, using satellite images of high spatial resolution // Agricultural Gazette Urals. 2015. № 1 (131). P. 25–29.

Kalachev A. A., Zalesov S. V. Quality Siberian fir undergrowth under the canopy of fir and birch forests of Rudny Altai // Agricultural Gazette Urals. 2014. № 4 (122). P. 64–67.

Kolesnikov B. P., Zubarev R. S., Smolonogov E. P. Forest conditions and forest types of the Sverdlovsk region. Sverdlovsk : USSR Academy of Sciences, Ufa, 1973. 176 p.

Lugansky N. A., Zalesov S. V., Lugansky V. N. Forestry : textbook. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2010. 432 p.

Lugansky N. A., Zalesov S. V., Azarenok V. A Forestry : textbook. Yekaterinburg : Ural state Forest Engineering Acad. 320 p.

Melekhov I. S. Forestry. 2-nd ed. Add., Rev. M. : MGUL, 2003. 320 p.

Performance yagodnikovogo pine forest type in the conditions of southern taiga forests of the Urals / L. A. Belov, E. S. Zalesova, N. A. Lugansky, P. I. Rubtsov, I. A. Freiberg // Russian forest and farming in them. 2016. № 2. P. 13–20.

Providing with preliminary generation undergrowth in pine stands of berry forest types / L. A. Belov, S. V. Zalesov, P. I. Rubtsov, A. Y. Tolstikov, M. V. Usov, G. A. Kutyeva // Russian forest and farming in them. 2016. № 3. P. 4–12.

Provision of ripe and over-ripe light-coniferous plantings of the West Ural taiga forest region with a pre-generation forest / E. S. Zalesova, S. V. Zalesov, G. G. Terekhov, O. V. Tolkach, A. N. Lugansky, D. A. Shubin // Advances in modern natural Science. 2019. № 1. P. 39–44.

Recommendations for reforestation and afforestation in the Urals / V. N. Danilik, R. P. Isayev, G. G. Terekhov, I. A. Freiberg, S. V. Zalesov, V. N. Lugansky, N. A. Lugansky. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering Acad., 2001. 117 p.

Security of ripe and over-ripe dark coniferous plantations of Perm Krai / E. A. Vedernikov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. G. Magasumova, O. V. Tolkach // Forest Journal. 2019. № 3. P. 32–42 (Izv. higher studies. establishments). DOI:10.17238/issn 0536-1036.2019.332.

The influence of the type of forest and the completeness of stands on the availability of young ripe and overgrown pine forests of the northern taiga subzone / E. S. Zalesova, L. A. Belov, S. V. Zalesov, F. T. Timerbulatov, A. I. Chermnykh // International Scientific Research Journal. 2019. № 11 (89). P. 37–41. DOI:<http://doi.org/10.23670/IRJ.2019.89.11.040>.

Zalesov S. V, Lugansky N. A Increasing the productivity of pine forests of the Urals. Yekaterinburg : Ural state Forest Engineering University, 2002. 331 p.

Zalesov S. V. Forestry. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2020. 295 p.

Zalesov S. V. Scientific substantiation of silvicultural systems to increase the productivity of pine forests of the Urals : Dis. ... Dr. agricultural Sciences. Yekaterinburg, 2000. 435 p.

Информация об авторах:

Л. А. Белов – кандидат сельскохозяйственных наук;

О. А. Клям – магистрант;

П. Н. Сураев – аспирант.

Information about the authors:

L. A. Belov – candidate of agricultural sciences, associate professor;

O. A. Klyam – master's degree;

P. N. Suraev – graduate student.

Статья поступила в редакцию 30.12.2022; принята к публикации 25.01.2022.

The article was submitted 30.12.2022; accepted for publication 25.01.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 48–56
Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 48–56

Научная статья

УДК 630*43:630*182.47

Doi: 10.51318/FRET.2021.93.92.005

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СОСНЯКАХ ЛИШАЙНИКОВЫХ ХМАО – ЮГРЫ

Зуфар Ягфарович Нагимов¹, Ирина Николаевна Артемьева²,
Ирина Владимировна Шевелина³, Валерий Зуфарович Нагимов⁴

^{1,2,3,4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ nagimovzy@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6853-2375>

² artemyevain@m.usfeu.ru@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7487-2421>

³ shevelinaiv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-0027-3446>

⁴ nagimovvz@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0586-3919>

Аннотация. С использованием метода пробных площадей проведена оценка особенностей формирования и накопления фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) в северо-таежных сосняках лишайниковых Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югры). Установлено, что в исследуемых сосняках формируется ЖНП с весьма ограниченным количеством видов. В составе ЖНП встречаются 9 видов лишайников, 2 вида мхов и 3 полукустарничка. Количество видов ЖНП и их соотношения в насаждениях определяются стадией восстановительной сукцессии. В формировании фитомассы ЖНП основную роль играют лишайники. Их доля в абсолютно сухом состоянии в среднем составляет 89,8 %. Второе место по запасам занимают кустарнички (8,3 %), третье – мхи (1,9 %). Наиболее существенными факторами, определяющими накопление фитомассы ЖНП, являются полнота древостоев и продолжительность сукцессионного периода. Эти показатели корректно включаются в уравнение множественной регрессии и вместе объясняют 69,2 % варьирования фитомассы ЖНП. В исследуемых сосняках при изменении полноты от 0,3 до 1,0 и продолжительности сукцессионного периода от 20 до 100 лет фитомасса ЖНП варьирует от 1,186 до 10,756 т/га. Она закономерно возрастает при одинаковых значениях полноты с увеличением сукцессионного периода, а при одинаковой длительности сукцессионного периода – с уменьшением полноты. В статье приведены уравнения и таблицы, показывающие изменение фитомассы ЖНП в зависимости от продолжительности сукцессионного периода и полноты древостоев. Они могут быть использованы в качестве нормативов при оценке запасов фитомассы ЖНП.

Ключевые слова: сосняк лишайниковый, живой напочвенный покров, фитомасса, сукцессионный период, полнота древостоев

Scientific article

SPECIES COMPOSITION AND RESERVES OF PHYTOMASS OF LIVE GROUND COVER IN LICHEN PINE FORESTS OF KHMAO – YUGRA

Zufar Ya. Nagimov¹, Irina N. Shevelina², Irina V. Shevelina³, Zufar Z. Nagimov⁴

^{1,2,3,4} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ nagimovzy@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6853-2375>

² artemyevain@m.usfeu.ru@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7487-2421>

³ shevelinaiv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-0027-3446>

⁴ nagimovvz@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0586-3919>

Abstract. Using the method of trial areas, an assessment of the features of the formation and accumulation of phytomass of live ground cover (LGC) in the north taiga lichen pine forests of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra (KhMAO – Yugra) was carried out. It has been established that in the studied pine forests, the LGC is formed with a very limited number of species. There are 9 types of lichens, 2 types of mosses and 3 semi-shrubs in the composition of the LGC. The number of types of LGC and their correlations in plantings are determined by the stage of restorative succession. Lichens play the main role in the formation of the phytomass of the LGC. Their share in the absolutely dry state averages 89,8%. The second place in reserves is occupied by shrubs (8,3 %), the third – mosses (1,9 %). The most significant factors determining the accumulation of phytomass of LGC are the completeness of stands and the duration of the concession period. These indicators are correctly included in the multiple regression equation and together explain 69,2 % of the variation in the phytomass of the LGC. In the studied pine forests, with a change in completeness from 0,3 to 1,0 and the duration of the succession period from 20 to 100 years, the phytomass of the LGC varies from 1,186 to 10,756 t/ha. It naturally increases with the same values of completeness with an increase in the succession period, and with the same duration of the succession period – with a decrease in completeness. The article presents equations and tables showing the change in the phytomass of the LGC depending on the duration of the succession period and the completeness of the stands. They can be used as standards for assessing the reserves of phytomass of the LGC.

Keywords: lichen pine, live ground cover, phytomass, successional period, relative completeness of stands

Введение

В настоящее время важнейшими критериями управления лесами признаются сохранение и улучшение параметров и функций лесных экосистем, их климаторегулирующих свойств и биологического разнообразия. Углерододепонирующая способность фитоценозов в условиях современных изменений климата становится важной экосистемной услугой по снижению их негативных последствий (Вараксин и др., 2008; Оценка

и прогноз..., 2008). Для оценки и прогноза биосферной роли лесов, в частности их углеродного бюджета, необходимы эмпирические данные о биологической продуктивности насаждений на локальном, региональном и глобальном уровнях. В этом отношении леса в России изучены крайне неравномерно. Поэтому актуальными остаются региональные оценки фитомассы и годичной продукции насаждений, являющиеся основой определения бюджета углерода

в лесных экосистемах. Результаты большинства исследований биологической продуктивности насаждений содержат сведения только о фитомассе древостоев. Однако в биопродукционном процессе активно участвуют и нижние ярусы растительности, в частности живой напочвенный покров. Отсутствие информации об их фитомассе и годичной продукции порождает серьезные неопределенности в оценках бюджета углерода (Усольцев, 2010).

Исследования нижних ярусов растительности в лесных экосистемах актуальны не только для определения бюджета углерода, но и во многих других аспектах: оценке биологического разнообразия, процессов обмена веществ и энергии, запасов лесных ягод и лекарственного сырья, кормовых ресурсов диких животных и т. д. Для северо-таежных лишайниковых сосняков Западной Сибири получены достаточно полные сведения о фитомассе и годичной продукции древостоев (Нагимов и др., 2012), а по нижним ярусам растительности подобной информации крайне недостаточно. Это обстоятельство определило актуальность настоящих исследований.

Цель, объекты

и методика исследований

Основная цель работы – комплексная оценка особенностей формирования ЖНП в лишайниковых сосняках ХМАО – Югры. В комплекс решаемых задач входили определение видового состава, структуры и запасов фитомассы ЖНП. Исследования проводились на пробных площадях, заложенных в соответствии с лесоводственно-таксационными требованиями. На каждой из них для получения таксационной характеристики древостоя проводился сплошной пересчет деревьев по породам, классам роста и развития по Крафту и ступеням толщины. Таксационные характеристики модельных деревьев и древостоев устанавливались с использованием общепринятых в лесной науке методов.

Характеристики ЖНП изучались на учетных площадках размером 0,5×0,5 м, которые размещались в регулярном порядке вдоль трансект, заданных по диагоналям пробной площади. На каждой пробной площади при помощи шаблона заложено не менее 10 учетных площадок. На каждой площадке вначале определялась высота мохово-лишайникового покрова в пяти пунктах (по углам и на середине) с вычислением среднего значения. После этого производилось срезание всей растительности на уровне лесной подстилки и ее взвешивание на электронных весах с точностью до 0,1 г. Эти данные послужили материалом для определения фитомассы ЖНП в свежесрезанном состоянии. Для определения видового состава ЖНП и его абсолютно сухой фитомассы отбирался средний смешанный образец весом не менее 300 г статистическим методом из всех учетных площадок на пробной площади. В лабораторных условиях средний образец ЖНП разбирался по видам и высушивался до абсолютно сухого состояния.

Для определения продолжительности сукцессионного периода на пробных площадях устанавливалась давность пожара. Для этого отбор модельных деревьев для рубки производился с таким расчетом, чтобы в их число вошли как минимум три дерева с характерными пожарными повреждениями (шрамами). Пожарное происхождение шрамов определялось на поперечных спилах по совпадению давности

их возникновения у данных деревьев (Методы изучения..., 2002).

Исследования ЖНП проведены на 22 пробных площадях, заложенных в чистых лишайниковых сосняках возрастом от 26 до 137 лет, характеризующихся V–Va классами бонитета и относительной полнотой от 0,37 до 0,92.

Результаты и обсуждение

Сосновые насаждения растут и развиваются под воздействием периодически повторяющихся лесных пожаров (Санников, 1992). При проведении наших исследований на 13 пробных площадях из 22 были обнаружены следы пожарных повреждений деревьев. Многие исследователи отмечают, что лишайниково-моховой покров при низовом пожаре выгорает полностью (Горшков, Баккал, 2012). Поэтому с большой вероятностью на этих пробных площадях год пожара можно считать началом восстановления ЖНП. На 9 пробных площадях без следов повреждений продолжительность восстановительной сукцессии нами принята равной возрасту древостоев.

Суровые климатические условия в районе и потенциально бедные по плодородию почвы в сосняках лишайниковых обуславливают формирование ЖНП с весьма ограниченным количеством видов. На исследуемых объектах были обнаружены девять видов лишайников: кладония оленья (*Cladonia rangiferina* (L.) Web.), кладония

лесная (*Cladonia arbuscula* (L.) Hoffm.), кладония звездчатая (*Cladonia stellaris* (Opiz.) Pouzar), кладония стройная (*Cladonia gracilis* (L.) Willd.), кладония бесформенная (*Cladonia deformis* (L.) Hoffm.), кладония дюймовая (*Cladonia uncialis* (L.) Web.), кладония роговидная (*Cladonia cornuta* (L.) Hoffm.), кладония мягкая (*Cladonia mitis* Sandst.) и кладония курчавая (*Cladonia crispata* (Ach.)). Моховой покров в основном представлен мхом Шребера (*Pleurozium Schreberi* (Willd. ex Brid)). В том или ином количестве он встречается во всех исследованных сосняках. На некоторых ПП в небольшом количестве зарегистрирован гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.)). Кроме лишайников и мхов, в составе ЖНП встречаются три полукустарничка: брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* (L.)), водяника черная (*Empetrum nigrum* (L.)) и багульник болотный (*Ledum palustre* (L.)). Причем багульник болотный встречался только на двух ПП и приурочен он был к небольшим микропонижениям. Травянистых растений на учетных площадках не обнаружено.

Общее количество видов ЖНП и их соотношения между собой в значительной мере определяются стадией восстановительной сукцессии. Характер изменений видового состава с увеличением продолжительности сукцессионного периода в целом не противоречит результатам специальных исследований, проведенных другими

авторами в сходных лесорастительных условиях (Горшков, Баккал, 2012). На ранних этапах сукцессии (при возрасте древостоев и давности последнего пожара до 40–50 лет) в большинстве насаждений доминантами ЖНП выступают лишайники кладония стройная, кладония роговидная, кладония курчавая. С увеличением продолжительности восстановительной сукцессии (примерно до 60–70 лет) в составе ЖНП возрастает доля других лишайников: кладонии мягкой, кладонии дюймовой и кладонии лесной. В насаждениях с большей продолжительностью сукцессионного периода ЖНП в основном состоит из кладонии оленьей, кладонии лесной и кладонии звездчатой. Удельный вес других лишайников в этот период значительно ниже.

Запасы фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках в абсолютно сухом состоянии на 1 га, рассчитанные по данным учетных площадок, приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, запасы фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках колеблются в значительных пределах. По отдельным ПП общая масса ЖНП (лишайников, мхов и кустарничков) варьирует от 1958 до 8302 кг/га. В формировании фитомассы ЖНП основную роль играют лишайники. Их доля в общей фитомассе по ПП изменяется в пределах от 64,2 до 98,2 %. Второе место по запасам занимают кустарнички, у которых удельный вес абсолютно сухой фитомассы колеблется от

0,5 до 27,9 %. Мхи в общем запасе фитомассы ЖНП представлены в значительно меньшем объеме. Их доля варьирует от 0,03 до 7,9 %. В среднем по всем исследованным насаждениям участие лишайников, мхов и кустарничков в общем запасе абсолютно сухой фитомассы ЖНП передается следующими цифрами: доля лишайников составляет 89,8 %, мхов 1,9 % и кустарничков 8,3 %. При выведении средних значений не учтены данные ПП 14, на которой соотношение лишайников, мхов и кустарничков существенно выделяется из общего фона.

Высокая изменчивость запасов фитомассы ЖНП по пробным площадям, безусловно, связана с таксационными характеристиками древостоев и давностью пожара. Причем длительность послепожарного периода может оказаться существенным фактором, определяющим запасы данного компонента насаждений в момент проведения оценочных работ. Как отмечалось выше, при низовых пожарах мохово-лишайниковый покров в большинстве случаев может выгореть полностью. Поэтому дата пожара с большой вероятностью может считаться и датой начала накопления фитомассы ЖНП. Для оценки зависимостей фитомассы ЖНП от различных факторов был проведен регрессионный анализ, результаты которого представлены в табл. 2.

Данные табл. 2 свидетельствуют об отсутствии значимой связи между возрастом древостоев

Таблица 1

Table 1

Запасы фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках в абсолютно сухом состоянии
Stocks of phytomass of LGC in the studied pine forests in the absolute dry

№ ПП № SP	Показатели насаждения Parameter of forest stand			Фитомасса ЖНП, кг/га Phytomass of LGC, kg/ha						Высота, см Height, cm	Давность пожара, лет Age forest fire, year
	Возраст, лет Age, year	Полнота Relative completeness	Класс бонитета Productivity class	лишайников lichens	мхов mosses	кустарничков subshrubs			общая total		
						Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitisidaea</i> (L.))	Водяника черная (<i>Empetrum nigrum</i> (L.))	Багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> (L.))			
1	36	0,57	V	5360	145	484	60	–	6049	4,9	–
2	40	0,66	V	4730	115	393	10	–	5248	4,2	–
3	120	0,78	V	3727	119	319	–	84	4249	3,3	75
4	127	0,82	V	3423	114	288	20	105	3950	2,3	82
5	61	0,37	V	8024	182	45	–	–	8251	7,5	–
6	49	0,62	V	3483	203	512	15	–	4213	3,4	12
7	33	0,63	Va	5211	139	278	–	–	5628	3,9	–
8	51	0,57	V–Va	4195	51	678	–	–	4924	3,7	25
9	123	0,55	Va	5773	2	113	–	–	5888	4,7	30
10	50	0,55	V	3441	45	614	–	–	4100	3,5	25
11	49	0,93	Va	5810	155	607	–	–	6572	6,0	–
12	131	0,54	V–Va	8032	62	208	–	–	8302	7,1	74
13	78	0,60	Va	2473	92	435	–	–	3000	2,1	25
14	132	0,79	Va	1256	155	547	–	–	1958	1,7	25
15	26	0,78	V	3495	120	527	–	–	4142	2,8	–
16	75	0,72	V–Va	4389	11	950	–	–	5350	2,9	54
17	52	0,86	Va	4236	7	103	–	–	4346	3,4	47
18	137	0,77	5a	5444	57	1234	–	–	6735	5,3	82
19	27	0,58	5	5221	31	278	21	–	5551	4,6	–
20	51	0,67	5a–5	5021	2	91	–	–	5114	4,1	–
21	92	0,92	5	2301	75	125	–	–	2501	1,8	15
22	108	0,40	5	7787	218	26	18	–	8049	7,4	–

и наличным запасом фитомассы ЖНП. Наиболее тесная связь наблюдается между запасом фитомассы ЖНП и относительной полнотой древостоев. Связь эта обратная: с увеличением полноты запасы ЖНП устойчиво снижаются. Невысокое значение коэффициента детерминации свидетельствует о том, что накопленные запасы ЖНП наряду с полнотой определяются еще

другими факторами. Одним из них, безусловно, является продолжительность восстановительной сукцессии. Связь фитомассы ЖНП с данным фактором прямая средней тесноты. С увеличением продолжительности сукцессионного периода запас ЖНП закономерно растет. Это увеличение, как отмечалось выше, сопровождается изменениями видового состава и доминантов мохово-

лишайникового покрова. Связи запаса фитомассы ЖНП с другими характеристиками древостоя (запасом, диаметром и высотой) оказались менее устойчивыми, чем с их относительной полнотой.

В целом результаты статистического анализа позволяют констатировать целесообразность совместного учета полноты древостоев и давности пожара при

Таблица 2

Table 2

Уравнения зависимости запасов фитомассы ЖНП ($M_{\text{общ}}$) от возраста (A) и полноты (P) насаждений и продолжительности восстановительной сукцессии ($A_{\text{в}}$)
Equations of dependence of the stocks of phytomass of LGC (M_{sh}) on the age (A) and completeness (P) of plantings and the duration of the restoration succession (A_{v})

Показатели Parameter	Единица измерения показателя Unit of measurement of the parameter	Диапазон изменения показателя Range of variation of the parameter	Уравнение зависимости Equation of dependence	Коэффициент детерминации R^2 Coefficient of determination
Возраст Age	Год	26–137	$M_{\text{общ}} = 449 \ln A + 4,999$	0,020
Полнота Relative completeness	0,01	0,37–0,92	$M_{\text{общ}} = 3,159 P^{-0,987}$	0,384
Продолжительность сукцессии Duration of succession	Год	12–137	$M_{\text{общ}} = 0,0402 A_{\text{в}} + 3,359$	0,353

оценке фитомассы ЖНП. Эти показатели не коррелированы между собой и корректно включаются в уравнение множественной регрессии. С использованием всей совокупности пробных площадей получено двухфакторное уравнение:

$$M_{\text{общ}} = 8,949 + 0,044A_{\text{в}} - 8,643P,$$

$$R_2 = 0,692,$$

$$t_0 = 8,51, \quad t_1 = 4,42, \quad t_2 = -5,82,$$

где $M_{\text{общ}}$ – запас общей абсолютно сухой фитомассы, т/га;
 $A_{\text{в}}$ – продолжительность восстановительной сукцессии, лет;
 P – полнота древостоя (яруса);
 t_0, t_1, t_2 – критерии Стьюдента коэффициентов уравнения.

Коэффициент детерминации уравнения показывает, что полнота древостоя и продолжительность сукцессионного периода вместе объясняют 69,2 % варьирования запаса фитомассы ЖНП. Оба определяющих фактора достоверны на 5 %-ном уровне ($t_{\text{факт}} > t_{0,05}$). Вклад полноты

в объяснении изменчивости фитомассы ЖНП несколько выше ($t = -5,82$), чем давности пожара ($t = 4,42$). Коэффициент со знаком минус у полноты свидетельствует, что при одинаковой продолжительности сукцессионного периода запас фитомассы ЖНП закономерно уменьшается с увеличением полноты. Этот факт не требует особых разъяснений и связан в основном со снижением освещенности под пологом древостоев при повышении относительной полноты.

На основе разработанного уравнения составлена таблица, показывающая изменение запаса абсолютной сухой фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках в зависимости от полноты древостоев и продолжительности сукцессионного периода (табл. 3).

Данные табл. 3 свидетельствуют, что в лишайниковых сосняках района исследований при полноте древостоев от 0,3 до 1,0 и давности пожара

(возраста древостоев) от 20 до 100 лет запас фитомассы ЖНП может изменяться от 1,186 до 10,756 т/га. Причем он закономерно возрастает при одинаковых значениях полноты с увеличением продолжительности сукцессионного периода, а при одинаковой продолжительности периода восстановления – с уменьшением полноты. С биоэкологических позиций это вполне объяснимо.

Несомненный интерес представляет сравнение полученных нами данных по запасам фитомассы ЖНП с имеющимися в специальной литературе материалами. В специальной литературе, несмотря на большое количество публикаций по фитомассе древостоев, сведения о запасах ЖНП, особенно в сосняках лишайникового типа леса, весьма ограничены. По данным Н. П. Гординой (1985), запасы фитомассы ЖНП в модальных сосняках лишайниковых

Таблица 3

Table 3

Изменение запаса абсолютно сухой фитомассы ЖНП в зависимости от полноты древостоя и продолжительности сукцессионного периода, т/га
Change in the stock of absolutely dry phytomass of LGC depending on the completeness of the stand and the duration of the succession period, t/ha

Сукцессионный период Succession period	Полнота древостоя Relative completeness							
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20	7,236	6,372	5,507	4,643	3,779	2,915	2,050	1,186
30	7,676	6,812	5,947	5,083	4,219	3,355	2,490	1,626
40	8,116	7,252	6,387	5,523	4,659	3,795	2,930	2,066
50	8,556	7,692	6,827	5,963	5,099	4,235	3,370	2,506
60	8,996	8,132	7,267	6,403	5,539	4,675	3,810	2,946
70	9,436	8,572	7,707	6,843	5,979	5,115	4,250	3,386
80	9,876	9,012	8,147	7,283	6,419	5,555	4,690	3,826
90	10,316	9,452	8,587	7,723	6,859	5,995	5,130	4,266
100	10,756	9,892	9,027	8,163	7,299	6,435	5,570	4,706

Нижнего Енисея варьируют от 3,6 (в 30 лет) до 7,4 т/га (в 150 лет). Этот показатель в южно-таежных кустарничково-лишайниковых сосняках Красноярского края составляет 12 т/га (Постпирогенная трансформация..., 2018), а в зеленомошно-лишайниковых сосняках Карелии – от 7 до 12 т/га (Загидулина, 2021). На основе анализа имеющейся в литературе информации можно констатировать отсутствие принципиальных различий между нашими данными о запасах ЖНП и соответствующими материалами других исследователей, полученными в лишайниковом (или близком к лишайниковому) типе леса.

Выводы

Приведенные в статье материалы в районе исследований получены впервые и могут служить необходимой информацией при

составлении таблиц биологической продуктивности лишайниковых сосняков.

В результате проведенных исследований установлено, что в северо-таежных сосняках лишайниковых ЖНП характеризуется очень бедным видовым составом. Это связано с дефицитом термоэнергетических ресурсов в районе и потенциально бедными по плодородию почвами в лишайниковом типе леса. Видовой состав и доминирование видов ЖНП зависят от продолжительности восстановительной сукцессии.

Запасы абсолютно сухой фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках колеблются в значительных пределах. Причем в формировании фитомассы ЖНП основную роль играют лишайники, доля которых в абсолютно сухом состоянии в среднем составляет 89,8 %. Удельный вес кустарничков

(8,3 %) и мхов (1,9 %) значительно ниже. Использование возраста древостоев как фактора, определяющего наличные запасы фитомассы ЖНП, некорректно. Это объясняется частыми нарушениями данного компонента насаждений во время лесных пожаров. Поэтому при оценке запасов ЖНП более информативным показателем является продолжительность сукцессионного периода, а не возраст древостоев.

Среди таксационных характеристик древостоев наибольшее влияние на процессы накопления запасов ЖНП оказывает их полнота. В исследуемых сосняках при изменении полноты от 0,3 до 1,0 и продолжительности сукцессионного периода от 20 до 100 лет фитомасса ЖНП изменяется от 1,186 до 10,756 т/га. Она закономерно возрастает при одинаковых значениях полноты с увеличением

сукцессионного периода, а при одинаковой длительности сукцессионного периода – с уменьшением полноты.

В целом полученные в ходе исследований уравнения и таб-

личные материалы представляют интерес не только для понимания характера накопления запасов фитомассы ЖНП, но и как оценочные нормативы при таксации нижних ярусов

растительности, определении средообразующих функций и роли лишайниковых сосняков региона в углеродном цикле атмосферы.

Список источников

Вараксин Г. С., Поляков В. И., Люминарская М. А. Биологическая продуктивность сосны обыкновенной в Средней Сибири // *Лесоведение*. 2008. № 3. С. 14–19.

Гордина Н. П. Пространственная структура и продуктивность сосняков Нижнего Енисея. Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. 128 с.

Горшков В. В., Баккал И. Ю. Особенности послепожарной восстановительной динамики сообществ с доминированием лишайников // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. 2012. Т. 14. № 1 (5). С. 1223–1227.

Загидуллина А. Т. Пространственная структура, динамика и продуктивность лишайниково-зеленомошных сосняков (Карельский лесной район) : дис. ... канд. биол. наук : 1.5.15 / Загидуллина Асия Тагировна. СПб., 2021. 171 с.

Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков, И. В. Лязгунова, Е. А. Мазная, В. Ю. Нешатаев, В. Ю. Нешатаева, Н. И. Ставрова, В. Т. Ярмишко, М. А. Ярмишко. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

Нагимов З. Я., Артемьева И. Н., Нагимов В. З. Структура и динамика фитомассы сосновых древостоев лишайникового типа леса // *Лесн. журн*. 2012. № 5. С. 60–66.

Оценка и прогноз углеродного бюджета лесов Вологодской области по канадской модели CBM-CFS / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский, Г. Н. Коровин, В. А. Курц // *Лесоведение*. 2008. № 6. С. 3–14.

Постпирогенная трансформация основных компонентов сосняков Средней Сибири / Г. А. Иванова, С. В. Жила, В. А. Иванов, Н. М. Ковалева, Е. А. Кукавская // *Сиб. лесн. журн*. 2018. № 3. С. 30–40. DOI: 10.15372/SJFS20180304.

Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М. : Наука, 1992. 264 с.

Усольцев В. А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург : УрО РАН, 2010. 570 с.

References

Assessment and Projection of Carbon Budget in Forests of Vologda Region Using the Canadian Model CBM-CFS / D. G. Zamolodchikov, V. I. Grabovsky, G. N. Korovin, V. A. Kurts // *Forest science*. 2008. № 6. P. 3–14.

Gordina N. P. Spatial structure and productivity of pine forests of the Lower Yenisei. Krasnoyarsk : From the Krasnoyarsk University, 1985. 128 p.

Gorshkov V. V., Bakka I. Y. Features of postfire recovery dynamics of communities with domination of lichens // *Proceedings of the Samara scientific center of RAS*. 2012. T. 14. № 1 (5). P. 1223–1227.

Methods of studying forest communities / E. N. Andreeva, I. Y. Bakka, V. V. Gorshkov, I. V. Lyazgunova, E. A. Maznaya, V. Y. Neshataev, V. Y. Neshataeva, N. I. Stavrova, V. T. Yarmishko, M. A. Yarmishko. St. Petersburg : NIИhimii St. Petersburg State University, 2002. 240 p.

Nagimov Z. Ya., Artemyeva I. N., Nagimov V. Z. Structure and dynamics of top phytomass of pine stands in lichen forests // *Forest journal*. 2012. № 5. P. 60–66.

Post-fire transformation of basic components of Pine forests in Central Siberia / G. A. Ivanova, S. V. Lived, V. A. Ivanov, N. M. Kovaleva, E. A. Kukowska // Journal of Siberian forest. 2018. № 3. P. 30–40. DOI: 10.15372/SJFS20180304.

Sannikov S. N. Ecology and geography of natural renewal of the common pine. M. : Nauka, 1992. 264 p.

Usoltsev V. A. Eurasian forest biomass and primary production data. Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2010. 570 p.

Varaksin G. S., Polyakov V. I., Luminarskaya M. A. Biological productivity of Scots Pine in Central Siberia // Forest science. 2008. № 3. P. 14–19.

Zagidullina A. T. Spatial structure, dynamics and productivity of lichen-green mossy pine forests (Karelian forest region) : dis. ... cand. Biologist. Sciences : 1.5.15 / Zagidullina Asiya Tagirovna. Saint Petersburg, 2021. 171 p.

Информация об авторах:

З. Я. Нагимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

И. Н. Артемьева – старший преподаватель;

И. В. Шевелина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

В. З. Нагимов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

Z. Ya. Nagimov – doctor of agricultural sciences, professor;

I. N. Artemieva – senior lecturer;

I. V. Shevelina – candidate of agricultural sciences, associate professor;

V. Z. Nagimov – candidate of agricultural sciences, associate professor.

Статья поступила в редакцию 09.02.2022; принята к публикации 20.02.2022.

The article was submitted 09.02.2022; accepted for publication 20.02.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 57–68

Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 57–68

Научная статья

УДК 630.223

Doi: 10.51318/FRET.2022.79.97.006

РАЗРАБОТКА ШКАЛЫ ОТПАДА ДЕРЕВЬЕВ НА УЧАСТКАХ, ПРОЙДЕННЫХ ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ, В УСЛОВИЯХ АРГАЯШСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Юлия Георгиевна Маркина¹, Любовь Павловна Абрамова²

¹ ЧОБУ «Аргаяшский лесхоз», Аргаяш, Россия

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ markinaulia13@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-5890-0675>

² abramovalp@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2472-7787>

Аннотация. Исследован отпад деревьев на участках, пройденных лесными пожарами, в условиях Аргаяшского лесничества. При использовании величины высоты нагара на стволах деревьев и диаметра на высоте 1,3 м можно с высокой долей вероятности установить степень температурного воздействия и в конечном счете разработать шкалу послепожарного отпада деревьев. В статье представлены данные о средней высоте нагара при лесных пожарах, также проанализированы относительная горимость, данные о площади лесных пожаров и их количестве. Для определения доли потенциального отпада по количеству деревьев и запасу были заложены шесть временных пробных площадей по годам горимости и дополнительно шесть временных пробных площадей в лесных насаждениях, не пройденных лесными пожарами, с аналогичными таксационными показателями. Перечет деревьев на временных пробных площадях проводился по ступеням толщины и категориям санитарного состояния. Проведено сравнение таксационных показателей древостоев на пробных площадях до и после пожара. В программе Statistica построены зависимости послепожарного отпада деревьев березы повислой от высоты нагара и диаметра стволов. Согласно исследованиям, таблицы с потенциальным послепожарным отпадом позволяют на основании собранных данных о среднем диаметре элемента древостоя, о средней высоте нагара, о виде пожара спроектировать проведение санитарных рубок и дать рекомендации по планированию, назначению выборочных или сплошных санитарных рубок. Однако для более полного прогнозирования жизненного состояния деревьев после пожаров необходимо продолжать исследования для получения дополнительных материалов.

Ключевые слова: высота нагара, потенциальный отпад, средний диаметр древостоя

Scientific article

DEVELOPMENT OF A SCALE OF TREE FALL IN AREAS COVERED BY FOREST FIRES IN THE CONDITIONS OF ARGAYASH FORESTRY

Markina Y. Georgievna¹, Abramova L. Pavlovna²

¹ CRBI «Argayash forestry», Russia, Argayash, Lesnaya Street, 26

^{1,2} Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ markinaulia13@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-5890-0675>

² abramovalp@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2472-7787>

Abstract. The study of tree mortality in areas covered by forest fires in the conditions of the Argayash forestry. When using the value of the readings of height of 1.3 meters it is possible with a high degree of probability to establish the degree of temperature exposure and ultimately, develop a scale for post-fire tree mortality. The article presents data on the average height of carbon deposits during forest fires; the relative burning rate is also given. Analyzed data on the area of forest fires and their number. To determine the share of potential mortality by the number of trees and stock, six temporary test plots were laid in forest plantations not covered by forest fires with similar taxation indicators. The trees on the temporary test plots were enumerated according to the steps of thickness and categories of sanitary condition. Comparison of taxation indicators of forest stands on test plots before and after the fire has been carried out. In the Statistica program, the dependences of the post-fire mortality of hanging birch trees on the height of the deposit and the diameter of the trunks are built. According to the studies, tables with potential post-fire mortality allow, based on the collected data on the average diameter of the stand element, on the average height of carbon deposits, on the type of fire designe sanitary felling and give recommendations on planning, appointment of Selective or clear sanitary felling. But for a more complete prediction of the life state of trees after fires, it is necessary to continue research to obtain additional materials.

Keywords: deposit height, potential mortality, average stand diameter

Введение

В статье исследован отпад деревьев на участках, пройденных лесными пожарами, в условиях Аргаяшского лесничества. Наиболее распространенным визуальным диагностическим признаком степени повреждения деревьев огнем, следовательно, и его дальнейшей жизнеспособности является высота нагара (Залесов, Луганский, 2002).

Среднюю высоту пламени пожара можно соотнести со средней высотой нагара (закопченности) на стволах деревьев. Нагар преимущественно образуется с подветренной стороны

ствола (или со стороны склона, если пожар распространялся вверх по крутому склону) вследствие завихрений пламени и горячих газов.

По исследованиям Г. А. Амосова, который впервые у нас в стране исследовал формирование нагара в древостоях сосны обыкновенной, известно, что высота нагара превышает высоту пламени примерно в два раза (Амосов, 1964).

Анализ литературных материалов об особенностях образования нагара, а также наличия объективных показателей, которые позволяют прогнозировать

отпад деревьев после пожара, встречается в ряде работ (Мусин, 1973; Войнов, Софронов, 1976; Залесов, 2006; Шубин, Залесов, 2016; Данчева, Залесов, 2016).

Высота нагара отражает интенсивность пожара, а пожароустойчивость зависит от диаметра деревьев. Эти параметры надежны и удобны в измерении, следовательно, они могут служить хорошими диагностическими признаками. То есть необходимо установить фактические показатели величины отпада при различной высоте нагара и диаметре деревьев на высоте 1,3 м.

В зависимости от интенсивности пожара и таксационных показате лей древостоя процесс послепожарного отпада характеризуется различной продолжительностью. В слабо и среднеповрежденных сосняках северной подзоны тайги процесс отпада завершается через 5 лет (Войнов, Софронов, 1976), а в средней подзоне – через 2 года (Молчанов, 1954). В сильно поврежденных сосняках процесс отпада деревьев растягивается до 7 лет в северной и 5 лет в средней подзоне тайги, при этом основное количество деревьев переходит в отпад в первые 3 года после пожара (Залесов и др., 2002; Шубин, Залесов, 2013).

Таким образом, даже краткий анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что, используя величину показателя высоты нагара на стволах деревьев и диаметр на высоте 1,3 м, можно с высокой долей вероятности установить степень температурного воздействия и в конечном счете разработать шкалу послепожарного отпада деревьев.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель работы: разработать шкалу отпада деревьев на участках, пройденных лесными пожарами, дать рекомендации по назначению рубок.

Задачи исследования: проанализировать горимость лесов Аргаяшского участкового лесничества за период с 2012 по 2018 гг., заложить временные

пробные площади (ВПП), установить фактические показатели величины отпада при различной высоте нагара и диаметре деревьев на высоте 1,3 м у сосны обыкновенной и березы повислой.

Методика. При проведении исследований были заложены ВПП для оценки состояния лесных насаждений. Основой закладки пробной площади служили ОСТ 56-69-83 и ОСТ 56-44-80. ВПП закладывались на расстоянии друг от друга не менее 2 км. Было проведено исследование санитарного состояния древостоя после низовых лесных пожаров.

Для определения доли потенциального отпада по количеству деревьев и запасу было заложено 6 ВПП по годам горимости с 2012 по 2018 гг. и дополнительно заложены 6 ВПП (контрольные) в лесных насаждениях, не пройденных лесными пожарами, с аналогичными таксационными показателями. Перечет деревьев на ВПП проводился по ступеням толщины и категориям санитарного состояния (Об утверждении правил..., 2020).

Исследования проводились на территории Аргаяшского лесничества Челябинской области. Для анализа фактической горимости Аргаяшских лесов использовались акты о лесных пожарах, книга учета лесных пожаров, данные из ежедневной информации по выявлению виновников и привлечению к ответственности за период с 2012 по 2018 гг. (реестр пожаров),

а также данные о классификации лесных пожаров по силе. Для анализа класса пожарной опасности по условиям погоды были использованы данные ФБУ «Авиалесоохрана» (ИСДМ-Рослесхоз).

Сбор экспериментальных данных, их обработка и анализ выполнены в 2020 г. Разработка графиков зависимостей выполнена с помощью программы Statistika.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения вида лесного пожара и его интенсивности был использован такой диагностический признак, как высота нагара на стволах деревьев. Нами в процессе исследования установлено, что насаждения пробных площадей были пройдены низовыми пожарами сильной и слабой интенсивности.

С учетом исследований Г. А. Амосова о том, что высота нагара превышает высоту пламени примерно в два раза (Амосов, 1964), мы можем на каждой из ВПП распределить лесные пожары по их силе. Указанные данные представлены в табл. 1.

Как показали исследования, средняя высота нагара на стволах варьировалась от 0,5 до 4,0 м, а следовательно, высоты пламени при пожарах варьировались от 0,25 до 2,0 м.

Согласно табл. 2, наивысшая относительная горимость по среднегодовым показателям фактической горимости зафиксирована в 2018 г.

Таблица 1

Table 1

Характеристика низовых лесных пожаров на исследованных ВПП
 Characteristics of grassroots forest fires in the studied temporary test areas

№ ВПП № ТТА	Дата пожара Date of fire	Квартал – выдел / участковое лесничество Quarter – allotment / district forestry	Сила пожара Fire power	Высота нагара, м Deposit height, m
1	03.05.2012	85 – 6, 8, 14, 19 / Кулуевское Kuluevsky	Сильный Strong	2,6–3,0
2	03.05.2017	3 – 8 / Аргаяшское Argayashsky	Слабый Weak	0,5–1,0
3	05.05.2015	105 – 29 / Кулуевское Kuluevsky	Слабый Weak	1,6–2,0
4	15.05.2018	100 – 56 / Аргаяшское Argayashsky	Сильный Strong	3,5–4,0
5	15.05.2018	99 – 53 / Аргаяшское Argayashsky	Сильный Strong	2,6–3,0
6	15.04.2012	60 – 36 / Кузнецкое Kuznetsky	Сильный Strong	3,1–3,5

Таблица 2

Table 2

Среднегодовые показатели фактической горимости лесного фонда
 Аргаяшского района за период с 2012 по 2018 гг.
 Average annual indicators of the actual burning of the forest fund
 Argayash district for the period from 2012 to 2018

Год Year	Кол-во пожаров, шт. Number of fires, pcs.	Площадь пожаров, га Size fires, ha	Относительная горимость, га/1 тыс. га Relative burning, ha/1 thousand ha	Средняя площадь пожара, га Average fire area, ha
2012	88	367,21	0,0048	4,17
2013	15	83,13	0,0010	5,54
2014	18	155,10	0,0020	8,62
2015	26	105,31	0,0013	4,05
2016	43	140,80	0,0018	3,27
2017	26	141,20	0,0018	5,43
2018	43	829,16	0,0109	19,28

Значения комплексного показателя условий погоды варьируются от 1254 до 3073 °С, что соответствует среднему классу пожарной опасности в период с 2012 по 2018 гг. Однако относительная горимость в 2018 г. высокая ввиду большой пройденной огнем площади.

Особо следует отметить, что количество лесных пожаров в 2012 г. в два раза превышало указанные показатели в 2018 г. В то же время по причине низкой оперативности пройденная огнем площадь в 2018 г. более чем в 2 раза превысила таковую в 2012 г., и в результате сред-

няя площадь пожара в 2018 г. составила 19,28 га при 4,17 га в 2012 г.

Более наглядную картину о пройденной огнем площади и количестве лесных пожаров за анализируемый период позволяют получить данные, приведенные на рис. 1 и 2.

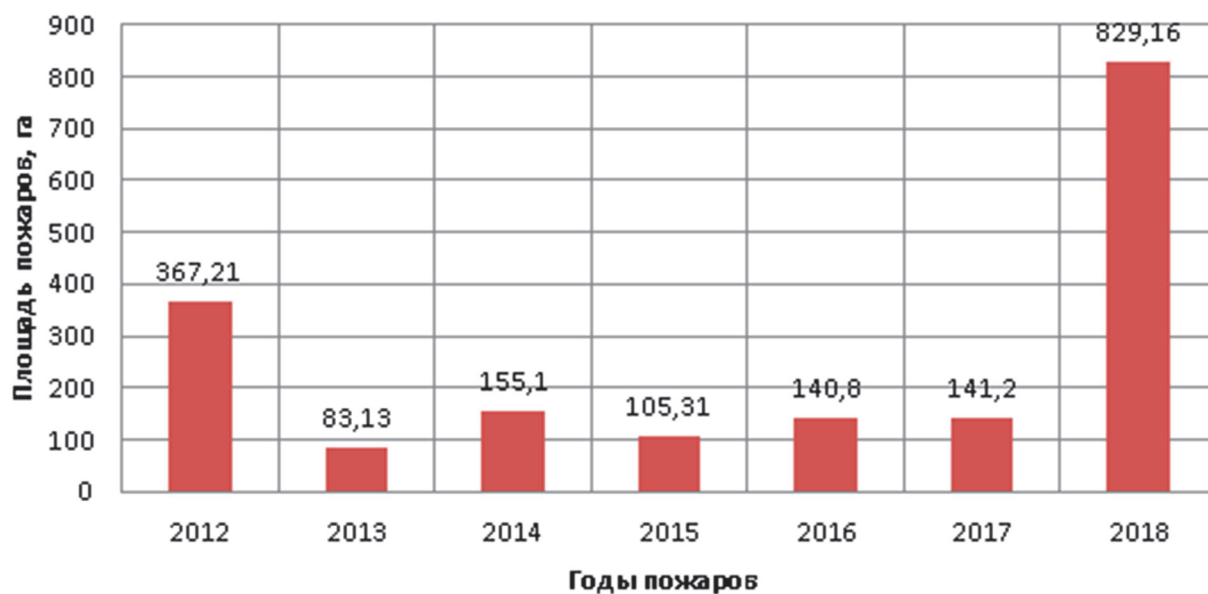


Рис.1. Площадь пожаров за период с 2012 по 2018 гг. в Аргаяшском лесничестве

Fig 1. The area of fires for the period from 2012 to 2018 in the Argayash forestry

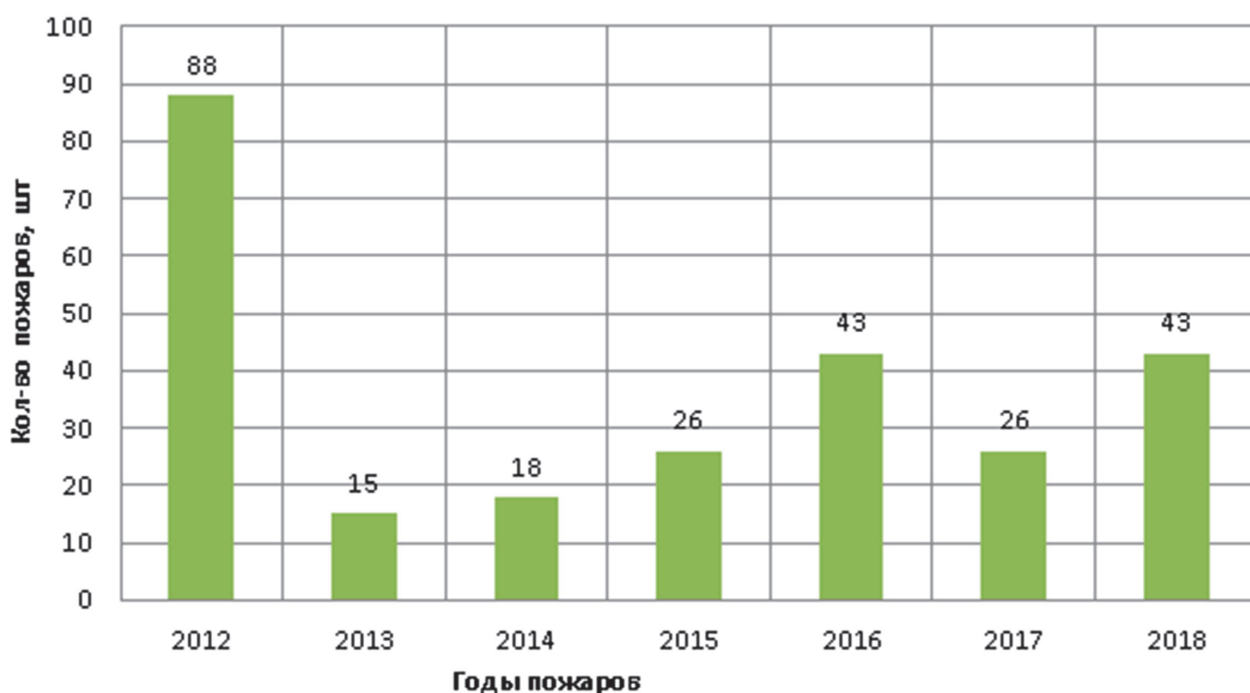


Рис.2. Количество пожаров за период с 2012 по 2018 гг. в Аргаяшском лесничестве

Fig. 2. The number of fires for the period from 2012 to 2018 in the Argayash forestry

Исходя из данных, представленных на рис. 1 и 2, можно сказать, что за период с 2012 по 2018 гг. наибольшее количество пожаров было зарегистрировано в 2012 г., наибольшая площадь пожаров – в 2018 г.

Хочется отметить, что в лесах Аргаяшского района на протяжении всего изученного периода наибольший ущерб лесным насаждениям наносили лесные пожары, а не вспышки очагов энтомовредителей (Мар-

кина, Абрамова, 2020). Однако причиной образования очагов энтомовредителей были лесные пожары, а основной причиной пожаров – неосторожное обращение с огнем в лесу граждан и сельхозпалы.

На высокую долю лесных пожаров от неосторожного обращения с огнем и сельхозпалов указывают многие исследователи (Залесов, Миронов, 2004; Марченко, Залесов, 2013; Архипов, Залесов, 2017).

Заброшенные сельскохозяйственные земли, которые не обрабатываются, представляют отдельную проблему, поскольку имеют огромный запас горючих материалов, многие участки заросли на сегодняшний день молодняком древесно-кустарниковых пород (Новоселова и др., 2016; Залесов и др., 2010; Абрамова, Коровякова, 2021; Коровякова, Абрамова, 2019; Влияние зарастания..., 2019). По та-

ким землям в условиях сильных ветров огонь мгновенно распространяется на огромные территории, заходит в лесные насаждения широким фронтом, угрожает населенным пунктам. Таких земель в Челябинской области около 2 млн га.

Таксационная характеристика насаждений, пройденных пожаром, представлена в табл. 3.

В табл. 4 представлено изменение таксационных показателей древостоев на пробных площадях до и после пожара. Рассматривая табл. 4, мы видим, что в результате усыхания части деревьев средний диаметр увеличился с 3,9 до 25,9 %, при этом средняя высота повысилась,

за исключением двух пробных площадей, где высота осталась на прежнем уровне. Усыхание влияет как на относительную полноту, которая уменьшилась по всем шести пробным площадям на 1,6–22,8 %, так и на запас древостоев, который снизился по всем пробным площадям на 2,14–23,3 % – от 4 до 43 м³/га.

Отпад связан с тем, что мелкие деревья, которые отстают в росте, имеют тонкую корку и наименее пожароустойчивы. Крупные деревья отмирают ввиду того, что ранее древостой был уже ослаблен из-за неоднократного прохождения пожарами исследуемой территории.

Таблица 3

Table 3

Таксационная характеристика насаждений, пройденных пожаром
Taxation characteristics of the plantings passed by the fires are presented

№ ВПП Число лет после пожара № ГТА number of years after the fire	Площадь, га Area, ha	Состав Composition	Высота яруса, м Tier height, m	Элемент леса Forest element	Возраст, лет Age, years	Высота, м Height, m	Диаметр, см Diameter, cm	Класс бонитета Bonitet class	Тип леса Forest type	Полнота Completeness	Запас, м ³ /га Stock, m ³ /ha
1 9	1,4	10Б	22	Б	75	22	28	2	БРТР	0,5	140
2 5	4,2	6Б4Ос	19	Б Ос	60 60	20 18	18 24	2	БРТР	0,7	160
3 5	5,1	6Б4Б	21	Б Б	80 60	21 20	32 22	3	БВН	0,4	100
4 2	5,3	7Б3Б	20	Б Б	55 70	19 22	24 28	2	БРТР	0,7	180
5 2	7,8	8С2Б	20	С Б	57 57	20 21	26 20	1	СРТР	0,8	300
6 8	0,9	6С4Б	23	С Б	90 70	23 22	28 22	2	СРТР	0,6	280

Примечание. БРТР – березняк разнотравный (birch bark of various grasses), БВН – березняк веяниковый (birch veynikov), СРТР – сосняк разнотравный (mixed – grass pine).

Таблица 4

Table 4

Сравнение таксационных показателей древостоев на пробных площадях до и после пожара
Comparison of inventory indicators of forest stands on test plots before and after the fire

№ ВПП № ТТА	Изменение таксационных показателей Changes in taxation indicators							
	Средняя высота Average height		Средний диаметр Average diameter		Относительная полнота Relative completeness		Запас Stock	
	м m	%	см cm	%	Величина Value	%	м ³ /га m ³ /ha	%
1	0	0	+1,4	+5,0	-0,01	-2,0	-4,0	-3,0
2	+3,3	+17,4	+3,0	+14,3	-0,13	-18,6	-30,0	-18,8
3	0	0	+7,0	+25,9	-0,08	-20,0	-18,0	-18,0
4	+0,5	+2,4	+2,5	+9,6	-0,16	-22,8	-42,0	-23,3
5	+0,5	+2,4	+0,9	+3,9	-0,12	-15,0	-43,0	-14,3
6	+0,5	+2,2	+3,7	+14,8	-0,01	-1,6	-6,0	-2,1

Средние полнота и запас древостоев становятся меньше на площадях, пройденных пожаром, в сравнении с таксационными показателями древостоев до пожара.

Снижение запаса приводит к потерям не только древесины, но и недополученной выгоды за счет снижения товарности древесины.

При проведении анализа влияния показателя высоты нагара на стволах деревьев на долю отпада были использованы материалы исследований на ВПП 1–6. Насаждения указанных шести временных пробных площадей были пройдены низовыми пожарами сильной и слабой интенсивности. Данные о величине послепожарного отпада по бере-

зе и сосне по ступеням толщины приведены в табл. 5 и 6.

Анализируя полученные данные, можно сказать, что деревья с диаметром больше 24 см более устойчивы к воздействию огня. Однако устойчивость деревьев против термического воздействия лесных пожаров не является прямолинейной. Четкой закономерности между высотой

Таблица 5

Table 5

Величина послепожарного отпада березы повислой
The value of the post-fire mortality of silver birch

Диаметр, см Diameter, cm	Доля потенциального отпада березы повислой по количеству деревьев, % при высоте нагара, м The share of potential mortality of drooping birch by the number of trees, % at a height of soot, m								
	до 0,5	0,51–1,0	1,01–1,5	1,51–2,0	2,01–2,5	2,51–3,0	3,51–4,0	4,51–5,0	5,51–10,0
8	0	67	0	0	0	100	100	0	0
12	50	61	60	80	100	87,5	100	100	0
16	0	38	67	40	0	75	64	0	0
20	50	13	0	35	0	54	38	50	36
24	0	4	0	25	0	57	33	0	29
28	0	0	0	15	0	40	33	0	25
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 6
Table 6

Величина послепожарного отпада сосны обыкновенной
The value of post-fire mortality of Scots pine

Диаметр, см Diameter, cm	Доля потенциального отпада по количеству деревьев, % при высоте нагара, м The share of potential mortality by the number of trees,% at a height of soot, m			
	1,51–2,0	2,51–3,0	3,01–3,5	3,51–4,0
8	0	100	0	100
12	0	83,3	100	100
16	100	75	0	37,5
20	23	9,5	0	10,5

нагара и диаметром деревьев стволов не удалось выявить, так как площади лесных участков были уже неоднократно пройдены огнем лесных пожаров, и древостой уже был ослаблен (Маркина, Абрамова, 2021).

На рис. 3 мы видим, что крупные деревья с диаметром деревьев от 32 см все-таки более устойчивы к воздействию огня, хотя прослеживается доля отпада и при высоте нагара 0,51–1,0 м при диаметре 36 см – 2 %.

Анализируя полученные данные по сосне обыкновенной (рис. 4), мы можем отметить, что крупные деревья благодаря толстой коре более устойчивы к воздействию огня.

При высоте нагара от 0,5 до 1,5 м сохраняют жизнеспособность все деревья толщиной от 8 до 24 см. Стопроцентный отпад зафиксирован при диаметре деревьев сосны обыкновенной 8 см. При всех исследованных высотах нагара также зафиксирована гибель большинства деревьев.

По материалам исследования и данным анализа заложенных пробных площадей сосна обыкновенная чуть более устойчива к низовым лесным пожарам нежели береза повислая. Несмотря на то, что стопроцентный отпад на пробных площадях наблюдается у сосны при диаметре до 16 см, а у березы повислой при диаметре до 12 см. У березы повислой имеет место дальнейшее повышение доли потенциального отпада при увеличении диаметра древостоев. К примеру: два процента деревьев погибает

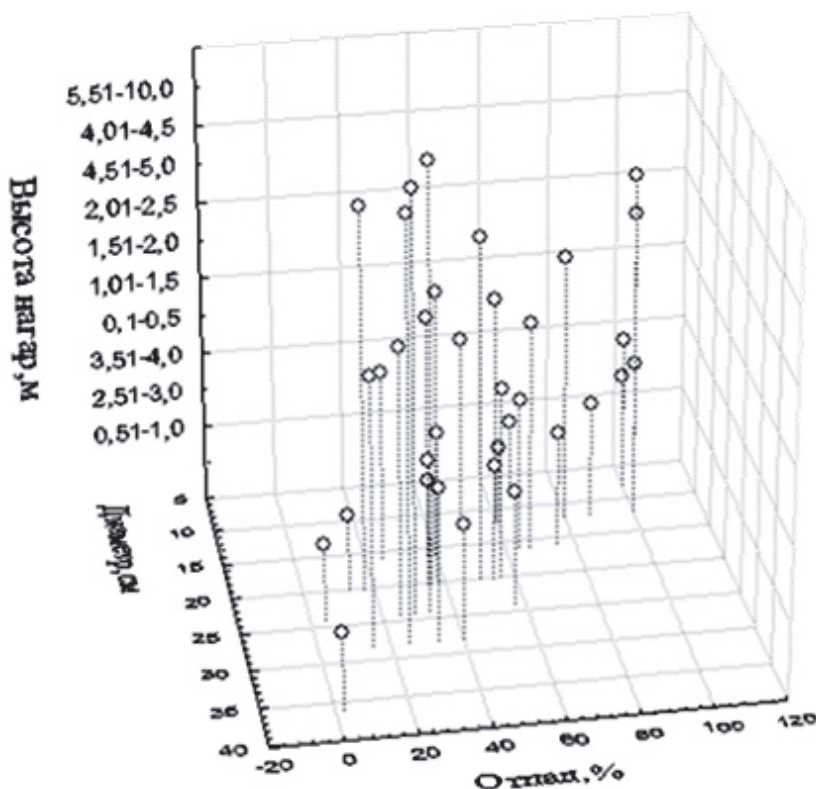


Рис. 3. Зависимость послепожарного отпада деревьев березы повислой от высоты нагара и диаметра стволов
Fig. 3. Dependence of the post-fire mortality of silver birch trees on the height of the deposit and the diameter of the trunks

при диаметре 36 см, в то время как у сосны обыкновенной отпад прекратился при диаметре ствола выше 20 см.

Полученные зависимости послепожарного отпада от диаметра деревьев сосны на высоте 1,3 м и высоты нагара на стволах позволяют оперативно планировать санитарные мероприятия в пройденных лесными пожарами насаждениях и тем самым минимизировать негативные последствия лесных пожаров.

Анализируя отпад по березе и сосне, можно сказать, что четкой закономерности по послепожарному отпаду нет. Возможно, из-за того, что древостои были неоднократно пройдены лесными пожарами и ослаблены. Но тем не менее при диаметре ствола на высоте 1,3 м от 8 до 16 см по сосне обыкновенной и от 8 до 12 см по березе повислой прослеживается стопроцентный отпад, поэтому можно рекомендовать назначение деревьев этих ступеней в рубку, не допуская усыхания.

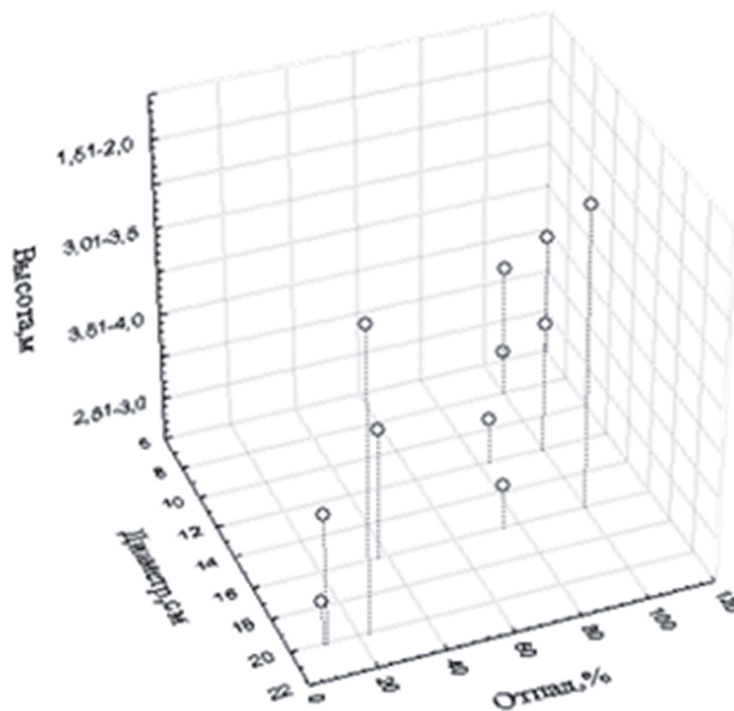


Рис. 4. Зависимость послепожарного отпада деревьев сосны обыкновенной от высоты нагара и диаметра стволов

Fig. 4. Dependence of the post-fire fallout of ordinary pine trees on the height of the deposit and the diameter of the trunks

Выводы

Сосна обыкновенная более устойчива к воздействию лесных пожаров, чем береза повислая.

Необходимо проводить выборочные санитарные рубки сразу после лесного пожара, не допуская усыхания деревьев. Перво-

очередными объектами рубки должны быть деревья диаметром ствола от 8 до 16 см (12 см) на высоте 1,3 м.

Исследования по составлению таблиц послепожарного отпада следует продолжать с целью получения дополнительных материалов.

Список источников

Абрамова Л. П., Коровякова Т. А. Трансформация почв при зарастании брошенных сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью на территории Свердловского лесничества // Почвы – стратегический ресурс России : тез. докл. VIII съезда Общ-ва почвоведов им. В. В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв (Сыктывкар, 2020–2022 гг.). Ч. 2 / отв. ред. : С. А. Шоба, И. Ю. Савин. М. ; Сыктывкар : ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2021. С. 209–210.

Амосов Г. А. Некоторые закономерности развития низовых пожаров // Возникновение лесных пожаров. М. : Наука, 1964. С. 152–183.

Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрн. вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 10–15.

Войнов Г. С., Софронов М. А. Прогнозирование отпада в древостое после низового пожара // Современ. исследования типологии и пирологии леса. Архангельск : Изд-во Арханг. ин-та леса и лесохимии, 1976. С. 115–121.

Данчева А. В., Залесов С. В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев // Аграрн. вестник Урала. 2016. № 3 (145). С. 56–61.

Залесов С. В. Лесная пирология. Екатеринбург : Баско, 2006. 312 с.

Залесов С. В., Луганский Н. А. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала : моногр. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 331 с.

Залесов С. В., Волокитин В. П., Корсуков Д. М. Пожароустойчивость в условиях осушенного сосняка багульникового // Леса Урала и хоз-во в них : сб. науч. тр. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2002. Вып. 22. С. 3–8.

Залесов С. В., Магасумова А. Г., Новоселова Н. Н. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях // Вестник Алтайс. гос. аграрн. ун-та. 2010. № 4 (66). С. 60–63.

Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.

Коровякова Т. А., Абрамова Л. П. Влияние зарастания древесной растительности на почву пашни, вышедшей из-под сельскохозяйственного пользования // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : матер. XII Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2019. С. 192–195.

Влияние зарастания древесной растительности, вышедшей из-под сельскохозяйственного пользования пашни, на почву / Т. А. Коровякова, Л. П. Абрамова, А. Г. Магасумова, М. Н. Зейналова // Леса России и хоз-во в них. 2019. № 3 (70). С. 40–47.

Маркина Ю. Г., Абрамова Л. П. Разработка шкалы отпада деревьев на участках, пройденных лесными пожарами, в условиях Аргаяшского лесничества // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XVII Всерос. (нац.) науч.-техн. конф. Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 305–308.

Маркина Ю. Г., Абрамова Л. П. Санитарное состояние лесов Аргаяшского района Челябинской области // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XVI Всерос. науч.-техн. конф. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. С. 390–393.

Марченко В. П., Залесов С. В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертис орманы» // Вестник Алтайс. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 10 (108). С. 55–59.

Молчанов А. А. Влияние лесных пожаров на древостой. М. : Изд-во АН СССР, 1954. Т. XVI. С. 314–335.

Мусин М. З. Определение отпада деревьев до и после пожара и методы повышения пожароустойчивости древостоев в борах Казахского мелкосопочника // Горение и пожары в лесу. Красноярск, 1973. С. 278–300.

Новоселова Н. Н., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 106 с. URL: <https://elar.usfeu.ru/haudle/123456789/6237/1/hovoselova.pdf>

Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : утв. Постановлением Правительства РФ от 09.12.2020 г. № 2047. URL: <https://docs.cntd.ru>

ОСТ 56-44-80. Знаки, натурные, лесоустроительные и лесохозяйственные. Типы, размеры и общие технические требования. М. : Минлесбумпром СССР, 1982. 23 с.

ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М. : ЦБМТлесхоз, 1984. 10 с.

Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 127 с.

Шубин Д. А., Залесов С. В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 39–41.

References

Abramova L. P., Korovyakova T. A. Transformation of soils during overgrowth of abandoned agricultural lands with tree and shrub vegetation on the territory of the Sverdlovsk forestry // Soils – a strategic resource of Russia: abstracts of the VIII Congress of the Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev and the School of Young Scientists on Morphology and Classification of soils (Syktyvkar, 2020–2022). Part 2 / Ed.: S. A. Shoba, I. Yu. Savin. Moscow Syktyvkar : IB FITC Komi NC UrO RAS, 2021. P. 209–210.

Amosov G. A. Some patterns of development of grassroots fires // Emergence of forest fires. М. : Nauka, 1964. P. 152–183.

Arkhipov E. V., Zalesov S. V. Dynamics of forest fires in the Republic of Kazakhstan and their ecological consequences // Agrarian Bulletin of the Urals 2017. № 4 (158). P. 10–15.

Dancheva A. V., Zalesov S. V. The influence of thinning on the biological and fire resistance of pine forest stands // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. № 3 (145). P. 56–61.

Korovyakova T. A., Abramova L. P. The influence of woody vegetation on arable land which is out of the agricultural use // Forest science in the implementation of the concept of the Ural Engineering School: socio-economic and environmental problems of the forest sector of the economy: materials of the XII International Scientific and Technical Conference. Yekaterinburg, 2019. P. 192–195.

The influence on soil woody vegetation, which came from the agricultural use of arable land / T. A. Korovyakova, L. P. Abramova, A. G. Magasumova, M. N. Zeynalova // Forests of Russia and agriculture in them. 2019. Issue 3 (70). P. 40–47.

Marchenko V. P., Zalesov S. V. The fire rate of the Irtysh belt hogs and the ways of its minimization on the example of GU GLPR «Ertis Ormans» // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2013. № 10 (108). P. 55–59.

Markina Yu. G., Abramova L. P. Development of a scale of tree fall in areas covered by forest fires in the conditions of Argayash forestry // Scientific creativity of youth – to the forest complex of Russia : Materials of the XVII All-Russian (National) Scientific and Technical Conference. Yekaterinburg : UGLTU, 2021. P. 305–308.

Markina Yu. G., Abramova L. P. Sanitary condition of forests of Argayashsky district of Chelyabinsk region // Scientific creativity of youth – to the forest complex of Russia : mater. XVI All-Russian Scientific-technical conf. Yekaterinburg : Ural State forest engineering un-t, 2020. P. 390–393.

Molchanov A. A. Influence of forest fires on the stand. М : Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1954. T. XYI. C. 314–335.

Musin M. Z. Determination of tree mortality before and after a fire and methods of increasing the fire resistance of forest stands in the forests of the Kazakh small moss forest // Combustion and fires in the forest. Krasnoyarsk, 1973 P. 278–300.

Novoselova N. N., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Formation of woody vegetation on former agricultural lands. Yekaterinburg : Ural State forest engineering un-t, 2016. 106 p. URL: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6237/1/Novoselova.pdf>

On the approval of the Rules for sanitary safety in forests : Approved. Decree of the Government of the Russian Federation of 09.12.2020 № 2047. URL: <https://docs.cntd.ru>

OST 56-44-80. Signs, full-scale, forest management and forestry. Types, sizes and general technical requirements. Moscow : Minlesbumprom USSR., 1982. 23 p.

OST 56–69–83. Trial forest inventory areas. Bookmark Method. Moscow : CBMTleskhoz, 1984. 10 p.

Shubin D. A., Zalesov S. V. Consequences of forest fires in the pine forests of the Priobsky water protection pine-birch forestry area of the Altai Territory. Yekaterinburg : Ural State forest engineering un-t, 2016. 127 p.

Shubin D. A., Zalesov S. V. Post-fire mortality of trees in pine plantations of the Priobsky water protection pine-birch forestry region of the Altai Territory // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. № 5 (111). P. 39–41.

Voinov G. S., Sofronov M. A. Forecasting mortality in the stand after a ground fire // Modern studies of forest typology and pyrology. Arkhangelsk : Publishing house of the Arkhangelsk Institute of Forestry and Forest Chemistry, 1976. P. 115–121.

Zalesov S. V., Mironov M. P. Detection and extinguishing of forest fires. Yekaterinburg : Ural State forest engineering un-t, 2004. 138 p.

Zalesov S. V. Forest pyrology. Yekaterinburg : Publishing house «Basko», 2006. 312 p.

Zalesov S. V., Lugansky N. A. Increasing the productivity of pine forests in the Urals: monograph. Yekaterinburg : Ural State forest engineering un-t, 2002. 331 p.

Zalesov S. V., Magasumova A. G., Novoselova N. N. Organization of fire-prevention equipment for plantations formed on former agricultural lands // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2010. № 4 (66). P. 60–63.

Zalesov S. V., Volokitin V. P., Korsukov D. M. Fire resistance in the conditions of a dried up ledum pine forest // Forests of the Urals and the economy in them : cb. scientific. tr. Yekaterinburg : Ural State forest engineering un-t. 2002. Issue. 22. P. 3–8.

Информация об авторах:

Ю. Г. Маркина – магистрант;

Л. П. Абрамова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

Yu. G. Markina – master's degree;

L. P. Abramova – candidate of agricultural sciences, associate professor.

Статья поступила в редакцию 28.12.2021; принята к публикации 20.10.2022.

The article was submitted 28.12.2021; accepted for publication 20.10.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 69–77

Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1 P. 69–77

Научная статья

УДК 630*233

Doi: 10.51318/FRET.2022.37.95.007

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ LAND VIEWER ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗА СОСТОЯНИЕМ НАСАЖДЕНИЙ

Николай Михайлович Фирсов¹, Роман Богданович Малицкий²,
Андрей Евгеньевич Морозов³, Игорь Александрович Панин⁴,
Артем Сергеевич Попов⁵

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

¹ nikolai8662@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-2900-1934>

² roman86-77@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6186-6663>

³ MorozovAE@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2373-1151>

⁴ paninia@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7798-3442>

⁵ sergeich66@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3060-9461>

Аннотация. На основании космических снимков и программы Land Viewer предпринята попытка анализа за состоянием насаждений после лесных пожаров в северо-восточной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Западно-Сибирский северо-таежный равнинный лесной район). Экспериментально установлено, что использование программы Land Viewer позволяет установить не только границы и площадь не покрытых лесной растительностью площадей (гари, вырубки и др.), но и осуществлять мониторинг за состоянием древостоев на пройденных лесными пожарами площадях, следить за динамикой лесовосстановления на вырубках и гарях. Особо следует отметить, что выполнение мониторинга с использованием программы Land Viewer не требует натурных обследований. Последнее особенно важно в труднодоступных малоосвоенных районах. Использование программы Land Viewer для мониторинга состояния древостоев и лесовосстановления обеспечит объективное планирование лесовосстановительных и лесохозяйственных мероприятий, позволит своевременно обнаруживать очаги усыхания древостоев и планировать мероприятия по улучшению санитарного состояния. Данные о видовом составе формирующихся молодняков позволяют дать объективную оценку площади лесного фонда, установить необходимость проведения мероприятий по лесовосстановлению и уходу за лесом. Отмечается экономическая эффективность широкого использования программы Land Viewer для мониторинга в лесном хозяйстве.

Ключевые слова: программа Land Viewer, гари, рубка, лесовосстановление, санитарное состояние древостоев, мониторинг

Scientific article

USING THE LAND VIEWER PROGRAM TO MONITOR THE STATE OF PLANTINGS

Nikolay M. Firsov¹, Roman B. Malitsky², Andrey E. Morozov³,
Igor A. Panin⁴, Artem S. Popov⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}The Ural state Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹nikolai8662@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-2900-1934>

²roman86-77@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6186-6663>

³MorozovAE@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2373-1151>

⁴paninia@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7798-3442>

⁵sergeich66@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3060-9461>

Abstract. On the base of the satellite images and the land viewer program, an attempt was made to analyze the state of plantings after forest fires in the northeastern part of the Khanty-Mansiysk Autonomons Okrug-Jugra (West Siberian north taiga plain forest district). It has been experimentally established that the use the Land Viewer program makes possible to establish not onle the boundaries and area of lands not covered by with forest vegetation (burned out forests, cutover areas et.) but also to monitor the state of forest stands in the areas passed by forest fires, to monitor the dynamies of reforestation in clearings and burned areas. It should especially be noted that monitoring using the hand viewer program doesn't require field surveys. The latter is especially important in remote and sparsely populated areas ising the hand viewer program for monitoring the state of forest stands and reforestation ensure objective planning of reforestation and forest management. It will allow timely forest to detect stands centers of during up or plan measures to improve the sanitary conditions. Data on the species composition of young stands emerging make it possible to give an objective assessment of the gorest fund area to establish the need for reforestation and forest care activities. It is noted the cost effective and wide-spread using of the Land Viewer program for monitoring in Forestry.

Keywords: Land Viewer program, burned out, clearings, reforestation, sanitary condition, forest stands, monitoring

Введение

Планирование лесоводственных мероприятий неразрывно связано с объективными данными о современном состоянии лесного фонда. В то же время ситуация с лесным фондом постоянно меняется вследствие лесных пожаров, сильных ветров и других негативных природных явлений, а также хозяйственной деятельности человека, в частности проведения рубок спелых и перестойных насаждений. Так, после лесных пожаров наблюдается не только гибель древостоев и формирование гарей, но и медленное усыхание части деревьев с формированием горельников

(Шубин и др., 2013; Марченко, Залесов, 2013; Шубин, Залесов, 2013, 2016; Архипов, Залесов, 2017). Указанное требует срочного проведения либо сплошных, либо выборочных санитарных рубок. Аналогичная ситуация создается также при усыхании древостоев, связанном с развитием очагов корневой губки и бактериальной водянки (Платонов и др., 2019), а также массовым размножением насекомых и другими причинами (Телегина и др., 2014; Иванчина, Залесов, 2018).

Неоднозначно также лесовозобновление на гарях (Калачев, Залесов, 2016а; Данчева, Залесов, 2018), вырубках (Залесов

и др., 1996), бывших сельскохозяйственных угодьях (Новоселова и др., 2016) и других не покрытых лесной растительностью площадях. В ряде случаев данные земли зарастают хвойными древесными породами, в ряде лиственными. В то же время нередко на гарях и вырубках наблюдается формирование кустарниковых зарослей или пустырей (Калачев, Залесов, 2016б).

Перечисленное свидетельствует о необходимости осуществления мониторинга за состоянием лесного фонда. Однако проведение мониторинга связано со значительными трудовыми и финансовыми затратами,

особенно в районах с недостаточно развитой дорожной сетью (Деградация..., 2002).

Способов мониторинга довольно много. В последние годы, помимо наземных способов, все шире стали применяться способы, связанные с использованием аэро- и космических снимков (Методика..., 2003). При этом для аэрофотосъемки нередко применяются беспилотные летательные аппараты и квадрокоптеры (Опыт применения..., 2017). Однако более широко применяются космические снимки высокого пространственного разрешения (Фомин и др., 2015).

Целью наших исследований являлся анализ возможностей использования программы Land Viewer для мониторинга за со-

стоянием древостоев и формированием древесной растительности на не покрытых лесной растительностью площадях.

Объекты и методика исследований

В качестве объектов исследований были использованы пройденные лесными пожарами насаждения, произрастающие на территории Нижневартовского лесничества Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югры). Территория указанного лесничества в соответствии с действующими нормативными документами относится к Западно-Сибирскому северо-таежному равнинному лесному району (Об утверждении..., 2014).

Мониторинг за состоянием древостоев и лесовозобновлением на пройденных лесными пожарами площадях осуществлялся на основании космических снимков с использованием программы Land Viewer. Возможности данной программы по установлению характеристик растительного покрова подробно изложены нами ранее (Опыт обнаружения..., 2019; Опыт использования..., 2020).

Результаты исследования

Изучение снимков в сервисе Land Viewer позволило проанализировать снимки крупного пожара за период с момента его ликвидации в 2012 г. до 2021 г. Общее представление об изучаемой площади позволяет получить рис. 1.

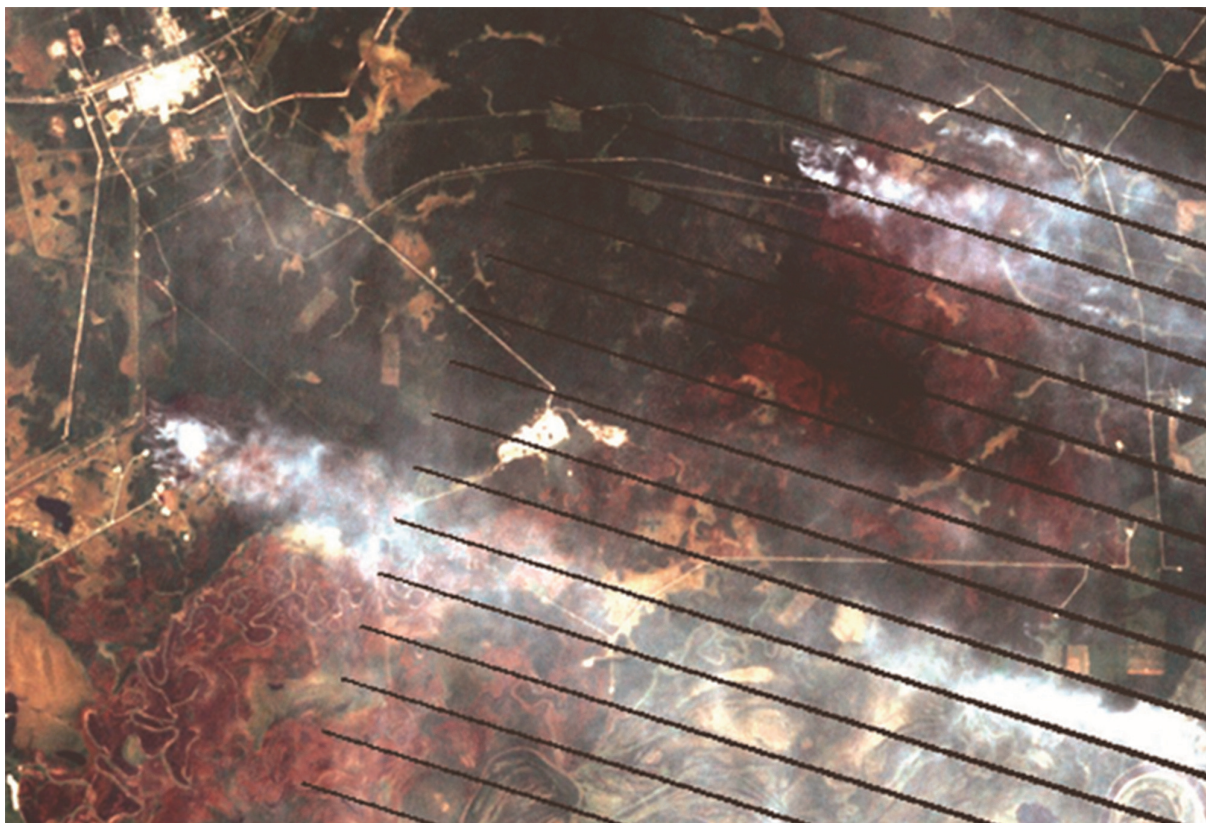


Рис. 1. Снимок крупного лесного пожара 2012 г.
Fig. 1. A snapshot of a large forest fire in 2012

Установлено, что пожар прошел в квартале 305 Излучинского участкового лесничества Нижневартовского лесничества. Общая площадь, пройденная огнем, по данным сразу после ликвидации пожара, составила 115 га (рис. 2).

Веб-сервис Land Viewer позволяет анализировать растительность по нескольким вариантам. Проверка возможности анализа по индексу «здоровая растительность» и нормализованному дифференцированному вегетационному индексу положительных результатов не дали, поскольку не позволяют получить полную информацию о состоянии древостоев.

В процессе исследований нами была выполнена кластеризация, позволяющая разбивать растровое изображение на 20 зон в соответствии с определенными

диапазонами значений индекса. При кластеризации использовали площадь, не пройденную пожаром, – нейтральную подходящую территорию, на которой в процессе работы было выявлено количество необходимых зон и классов для получения более точных показателей исследуемой площади.

Анализ динамики усыхания деревьев за период с 2012 по 2021 гг., выполненный по снимкам с использованием программы Land Viewer, показал, что площадь хвойных и лиственных древостоев на пройденном лесным пожаром участке, существенно меняется. При этом площадь хвойных древостоев имеет тенденцию к сокращению, а для лиственных древостоев характерна обратная закономерность (рис. 3).

Обсуждение

Известно, что существуют различные способы определения лесных пожаров и установления их площади (Залесов, Миронов, 2004; Анализ данных..., 2020). Однако однократная фиксация не позволяет осуществлять мониторинг происходящих на пройденной огнем площади изменений. Указанное решается с использованием программы Land Viewer. При этом сокращение площади хвойных насаждений объясняется их усыханием в результате воздействия лесного пожара. Известно (Залесов, 2006), что отпад деревьев после низовых лесных пожаров наблюдается в течение 2–7 лет в зависимости от их интенсивности, таксационных показателей древостоев и природных условий их произрастания.

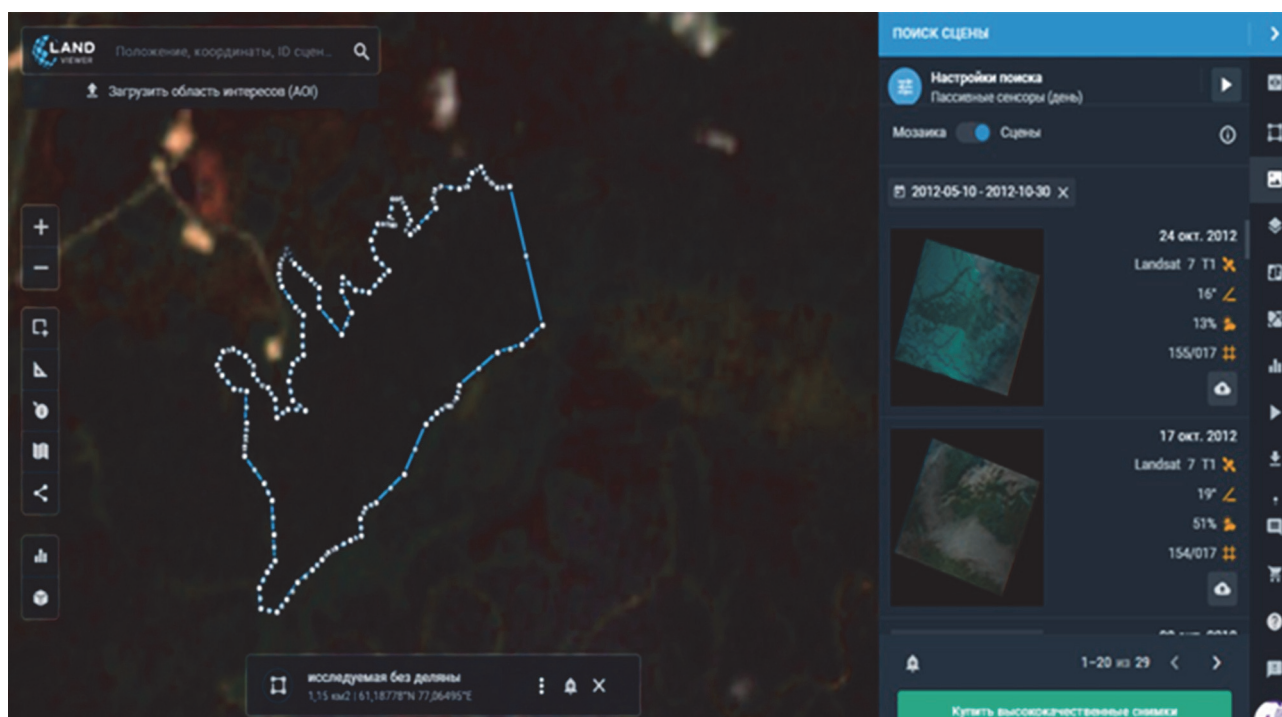


Рис. 2. Пройденная огнем площадь сразу после ликвидации пожара
Fig. 2. The area covered by fire immediately after the elimination of the fire

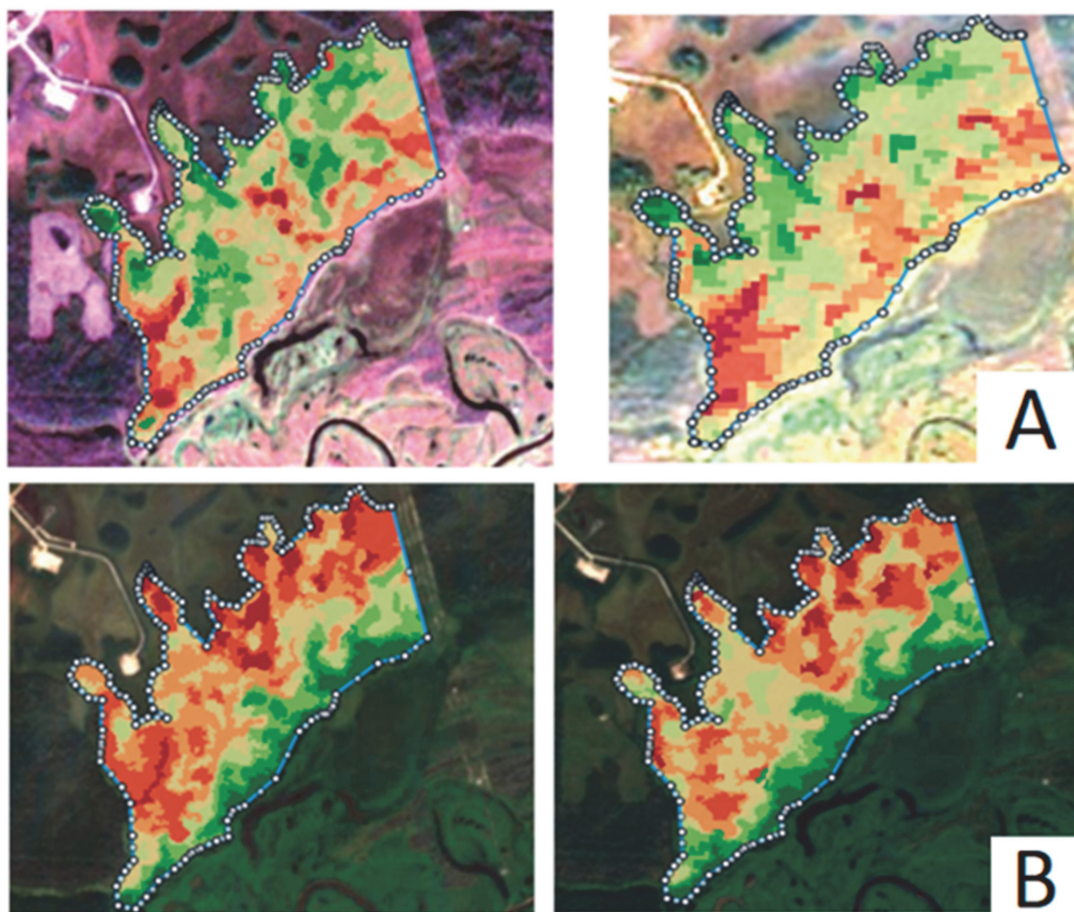


Рис. 3. Динамика изменения площади хвойных (А) и лиственных (В) насаждений на пройденной огнем площади за 9-летний период

Fig. 3. Dynamics of changes in the area of coniferous (A) and deciduous (B) plantings on the area traversed by fire over a 9-year period

Относительно лиственных насаждений наблюдается несколько другая картина. В первые годы после пожара их площадь сокращается, что объясняется гибелью части древостоев. Однако на пройденной огнем площади создаются благоприятные условия для семенного возобновления березы и вегетативного возобновления осины. В результате на пройденной огнем площади, где не было или погибла древесная растительность, формируются лиственные молодняки (рис. 4).

Там, где интенсивность лесного пожара была невелика и отпад

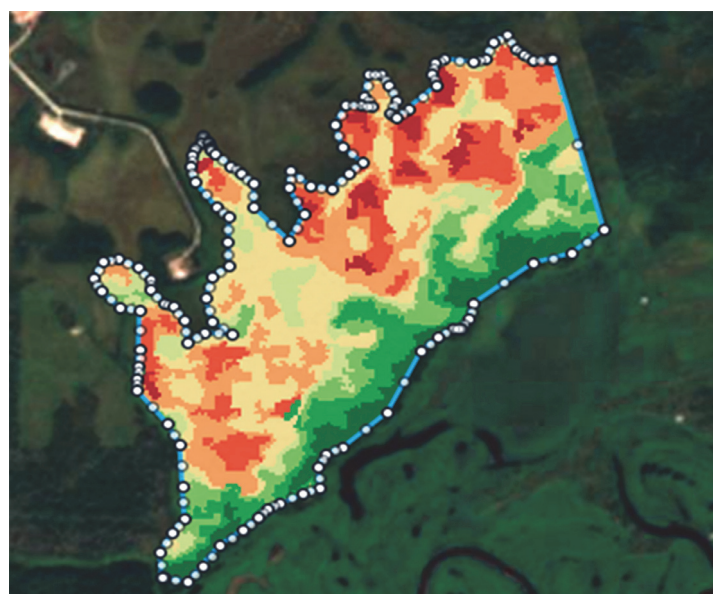


Рис. 4. Формирование лиственных молодняков на гари после гибели хвойного древостоя

Fig. 4. Formation of deciduous young trees on the burning after the death of a coniferous stand

хвойных деревьев был частичным, на снимках фиксируются хвойные насаждения. Пример такого насаждения спустя 9 лет после низового пожара приведен на рис. 5.

Данные космических снимков позволяют дать объективную оценку изменения древесной растительности. При выполнении указанных работ в натуре требуется неоднократное посещение указанных площадей, что весьма проблематично в связи с редкой сетью автомобильных дорог.

Использование аэрофотоснимков также вызывает значительные расходы на проведение съемки и обработку данных.

Выводы

1. Экспериментально установлено, что программа Land Viewer позволяет с высокой точностью определить не только место лесного пожара и установить площадь вырубki или гари, но и выполнить мониторинг на пройденных лесными пожарами площадях.

2. Программа позволяет проследить динамику усыхания древостоев как хвойных, так и лиственных пород, а также формирование древесной растительности на не покрытых лесной растительностью площадях.

3. Осуществление мониторинга с помощью программы Land Viewer позволит оптимизировать лесохозяйственные мероприятия, а также минимизировать расходы на проведение мониторинга, особенно в труднодоступных районах.



Рис. 5. Внешний вид хвойного насаждения, сохранившего жизнеспособность спустя 9 лет после низового лесного пожара

Fig. 5. The appearance of a coniferous plantation that has preserved its viability 9 years after a grass-roots forest fire

Список источников

- Анализ данных обнаружения лесных пожаров на территории Свердловской области / А. А. Крекунов, А. А. Корнилов, С. В. Залесов, Д. С. Токарев // Техносферная безопасность. 2020. № 3 (28). С. 142–149.
- Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрн. вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 10–15.
- Данчева А. В., Залесов С. В. Особенности лесовозобновления гарей в условиях сухих сосняков Казахского мелкосопочника (на примере Баянаульского ГНПП) // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2018. Вып. 224. С. 150–160.
- Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С. В. Залесов, Н. А. Кряжевских, Н. Я. Крупинин, К. В. Крючков, К. И. Лопатин, В. Н. Луганский, Н. А. Луганский, А. Е. Морозов, И. В. Ставищенко, И. А. Юсупов. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. Вып. 1. 436 с.
- Залесов С. В. Лесная пирология. Екатеринбург : Баско, 2006. 312 с.
- Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.
- Залесов С. В., Платонов Е. П., Лопатин К. И. Естественное лесовосстановление на вырубках Тюменского Севера // ИВУЗ. Лесн. журн. 1996. № 4–5. С. 51–58.
- Иванчина Л. А., Залесов С. В. Влияние усыхания на таксационные показатели одновозрастных еловых древостоев // Изв. высш. учеб. завед. Лесн. журн. 2018. № 6 (366). С. 48–56. DOI: 10/17238/issn0536-1036.2018. 6.48
- Калачев А. А., Залесов С. В. Особенности послепожарного восстановления древостоев пихты сибирской в условиях Рудного Алтая // Изв. высш. учеб. завед. Лесн. журн. 2016а. № 2 (350). С. 19–30.
- Калачев А. А., Залесов С. В. Резервы повышения продуктивности темнохвойных лесов Рудного Алтая // Аграрн. вестник Урала. 2016б. № 104 (146). С. 66–70.
- Марченко В. П., Залесов С. В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГЛПР «Ертыс Орманы» // Вестник Алтайс. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 10 (108). С. 55–59.
- Методика дешифрирования аэрофотоснимков в целях экологического мониторинга и аудита нефтяных месторождений / С. В. Залесов, Л. И. Аткина, И. Ф. Коростелев, Н. Я. Крупинин, К. И. Лопатин, И. А. Юсупов. Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 80 с.
- Новоселова Н. Н., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 106 с. URL: <http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6237/1/Novoselova.pdf>
- Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: утв. приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367. URL: <http://Consultant.ru> (дата обращения 20.01.2022).
- Опыт использования сервиса Land Viewer в лесном хозяйстве / А. В. Суслов, Н. Ф. Низаметдинов, А. А. Кропотухин, И. В. Шевелина // Леса России и хоз-во в них. 2020. № 1 (72). С. 39–45.
- Опыт обнаружения и мониторинга лесных пожаров по космическим снимкам / Н. М. Фирсов, Р. Б. Малицкий, Е. Ю. Платонов, А. Ф. Хабибуллин, В. Н. Сашенко // Леса России и хоз-во в них. 2019. № 4 (71). С. 33–41.
- Опыт применения квадрокоптера для создания трехмерной модели лесных насаждений / А. Е. Осипенко, Я. Коукал, И. А. Панин, Л. А. Иванчина, С. В. Залесов // Леса России и хоз-во в них. 2017. № 4 (63). С. 16–22.
- Платонов Е. П., Данчева А. В., Залесов С. В. Замена березняков, пораженных бактериальной водянкой // Моск. экон. журн. 2019. № 11. С. 208–221.

Телегина О. С., Вибе Е. П., Залесов С. В. Динамика состояния сосновых древостоев и вспышек массового размножения фитофагов в государственном национальном природном парке «Бурабай» // Вестник Алтайс. гос. аграрн. ун-та. 2014. № 12 (122). С. 71–75.

Фомин В. В., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Методика оценки густоты подроста и древостоев при за­растании сельскохозяйственных земель древесной растительностью с использованием космических снимков высокого пространственного разрешения // Аграрн. вестник Урала. 2015. № 1 (131). С. 25–29.

Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного со­сново-березового лесохозяйственного района Алтайского края. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 127 с. URL: [http:// elar.usfeu.ru/handle/123456789/6238](http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6238)

Шубин Д. А., Залесов С. В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 39–41.

Шубин Д. А., Малиновских А. А., Залесов С. В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 6 (44). С. 205–208.

References

Analysis of forest fire detection data on the territory of the Sverdlovsk region / A. A. Krektunov, A. A. Kornilov, S. V. Zalesov, D. S. Tokarev // Technosphere safety. 2020. № 3 (28). P. 142–149.

Arkhipov E. V., Zalesov S. V. Dynamics of forest fires in the Republic of Kazakhstan and their ecological consequences // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. № 4 (158). P. 10–15.

Dancheva A. V., Zalesov S. V. Features of reforestation of hares in the conditions of dry pine forests of the Kazakh melkosopochnik (on the example of Bayanaul GNP) // Izvestiya of the St. Petersburg Forestry Academy. 2018. Issue 224. P. 150–160.

Degradation and demutation of forest ecosystems in the conditions of oil and gas production / S. V. Zalesov, N. A. Kryazhevskikh, N. Ya. Krupinin, K. V. Kryuchkov, Lopatin K. I., Lugansky V. N., Lugansky N. A., Morozov A. E., Stav-vishenko I. V., Yusupov I. A. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2002. Issue 1. 436 p.

Zalesov S. V. Forest pyrology. Yekaterinburg : Publishing house: Basco, 2006. 312 p.

Zalesov S. V., Mironov M. P. Detection and extinguishing of forest fires. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2004. 138 p.

Zalesov S. V., Platonov E. P., Lopatin K. I. Natural reforestation in the cuttings of the Tyumenorth // IVOZ. Forest magazine. 1996. № 4–5. P. 51–58.

Ivanchina L. A., Zalesov S. V. The effect of desiccation on the taxational indicators of the same-aged spruce stands // Izvestia of higher educational institutions. Forest magazine. 2018. № 6 (366). P. 48–56. DOI: 10/17238/issn0536-1036.2018. 6.48

Kalachev A. A., Zalesov S. V. Features of post-fire restoration of stands of Siberian fir in the conditions of the Ore Altai // News of higher educational institutions. Forest magazine. 2016 a. № 2 (350). P. 19–30.

Kalachev A. A., Zalesov S. V. Reserves of increasing productivity of coniferous forests of the Ore Altai // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016 b. № 104 (146). P. 66–70.

Marchenko V. P., Zalesov S. V. The burnability of ribbon bores in the Arctic and ways to minimize it by the example of the GLPR «Yertys Ormany» // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2013. № 10 (108). P. 55–59.

Methods of decoding aerial photographs for environmental monitoring and audit of oil fields / S. V. Zalesov, L. I. Atkina, I. F. Korostelev, N. Ya. Krupinin, K. I. Lopatin, I. A. Yusupov. Yekaterinburg : UrO RAS, 2003. 80 p.

Noselova N. N., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Formation of vegetation on former agricultural lands in the spring. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2016. 106 p. URL: [http:// elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6237/1/novoselova.pdf](http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6237/1/novoselova.pdf)

On the Proval of the List of forest-growing zones of the Russian Federation and the List of forest areas of the Russian Federation: Proved by By Order of the Ministry of Labor of Russia dated 18.08.2014 № 367. URL: <http://consultant.ru> (accessed: 20.01.2022).

Experience of using the Land Viewer service in forestry / A. V. Suslov, N. F. Nizametdinov, A. A. Kropotukhin, I. V. Shevelina // Forests of Russia and their economy. 2020. № 1 (72). P. 39–45.

Experience in detecting and monitoring forest fires from satellite images / N. M. Firsov, R. B. Malitsky, E. Y. Platonov, A. F. Khabibullin, V.N. Sashchenko // Forests of Russia and the economy in them. 2019. № 4 (71). P. 33–41.

The experience of using a quadrocopter to create a three-dimensional model of forest plantations / A. E. Osipenko, Ya. Koukal, I. A. Panin, L. A. Ivanchina, S.V. Zalesov // Forests of Russia and agriculture in them. 2017. № 4 (63). P. 16–22.

Platonov E. P., Dancheva A.V., Zalesov S. V. Replacement of birch trees infected with bacterial dropsy // Moscow Economic Journal. 2019. № 11. P. 208–221.

Telegina O. S., Vibe E. P., Zalesov S. V. Dynamics of the state of pine stands and outbreaks of mass reproduction of phytophages in the State National Nature Park «Burabai» // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2014. № 12 (122). P. 71–75.

Fomin V. V., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Methodology for assessing the density of undergrowth and stands when overgrowing agricultural lands with tree vegetation using high-spatial resolution satellite images // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 1 (131). P. 25–29.

Shubin D. A., Zalesov S. V. Consequences of forest fires in the pine forests of the Priobsky water protection pine-birch forestry district of the Altai Territory. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2016. 127 p. URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6238>

Shubin D. A., Zalesov S. V. Post-fire fall of trees in pine plantations of the Priobsky water protection pine-birch forestry district of the Altai Territory // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. № 5 (111). P. 39–41.

Shubin D. A., Malinovskikh A. A., Zalesov S. V. The influence of fires on the components of forest biogeocenosis in the UPer Ob forest massif // Izvestia of the Orenburg State Agrarian University. 2013. № 6 (44). P. 205–208.

Информация об авторах:

Н. М. Фирсов – аспирант;

Р. Б. Малицкий – аспирант;

А. Е. Морозов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

И. А. Панин – кандидат сельскохозяйственных наук;

А. С. Попов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

N. M. Firsov – postgraduate student;

R. B. Malitsky – postgraduate student;

A. E. Morozov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

I. A. Panin – Candidate of Agricultural Sciences;

A. S. Popov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 15.02.2022; принята к публикации 25.10.2022.

The article was submitted 15.02.2022; accepted for publication 25.10.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 78–84
Forest of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 78–84

Научная статья

УДК 630.931:349.6(470.5)

Doi: 10.51318/FRET.2022.41.39.008

ЗАЩИТА ИМУЩЕСТВЕННЫХ ПРАВ И ЗАКОННЫХ ИНТЕРЕСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ЛЕСНЫХ ОТНОШЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Сергей Викторович Куплевацкий¹; Евгений Петрович Платонов²

¹ Департамент лесного хозяйства по Уральскому федеральному округу, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ Kup.S.V.@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0156-9066>

² platonoverp@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8502-1350>

Аннотация. Затронуты проблемы учета и сохранности земель лесного фонда на примере реализации федерального закона от 29.07.2017 г. № 280-ФЗ, получившего название закон о лесной амнистии. Исследования выполнялись в субъектах Российской Федерации, входящих в Уральский федеральный округ (УрФО). Установлено, что на территории округа имеют место многочисленные участки наложения земель различного назначения. Указанные участки условно можно распределить на три группы. В первую входят участки пересечения (наложения) земель лесного фонда с землями сельскохозяйственного назначения. Во вторую группу вошли участки с наложением на лесной фонд земель промышленности и в третью – с наложением земель населенных пунктов. Практика применения закона о лесной амнистии на участках указанных групп существенно различается. Особую сложность представляют участки лесного фонда, переведенные без согласования с Рослесхозом в земли поселений. Их возврат в лесной фонд связан с необходимостью отмены генеральных планов развития населенных пунктов, что может вызвать социальную напряженность, поскольку на указанных землях нередко уже возведены жилые помещения.

Ключевые слова: Уральский федеральный округ, государственный лесной реестр, земли лесного фонда, закон о лесной амнистии

Scientific article

PROTECTION OF PROPERTY RIGHTS AND LEGITIMATE INTERESTS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE FIELD OF FOREST RELATIONS ON THE TERRITORY OF THE CONSTITUENT ENTITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE URAL FEDERAL DISTRICT

Sergey V. Kuplevatsky¹, Evgeny P. Platonov²

¹ Forestry Department for the Ural Federal District, Yekaterinburg, Russia

² The Ural state forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ Kup.S.V.@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0156-9066>

² platonovep@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8502-1350>

Abstract. The article is touched upon the problems of accounting and preservation of forest lands on the example of the implementation of the Federal Law of 29.07.2017 № 280-ФЗ called «The Forest Amnesty Law». Studies were carried out in the constituent entities of the Russian Federation included in the Ural Federal District (UrFD). It was established that on the territory of the district there are numerous areas of overlapping lands for various purposes. These areas can be conditionally divided into three groups. The first includes the area of intersection (overlapping) of forest fund land with agricultural land. The second group included plots with industrial lands overlapping and the third plots with lands of settlements overlapping. The practice of the law on forest amnesty applying in the areas of these groups differs significantly. Particular difficulty is represented by forest fund plots transferred without agreement with Rosleskhoz to the lands of settlements. Their return to the forest fund is associated with the need to cancel master plans for the development of settlements, which can cause social tension, since residential premises are often erected on these lands.

Keywords: the Ural Federal District, State Forest Register, forest land, forest amnesty law

Введение

На современном этапе в лесном хозяйстве Российской Федерации имеется большое количество проблем, которые усложняют работу как лесопользователей, так и контролирующих органов (Залесов, 2018; Восстановление..., 2020; Zalesov, Magasumova, 2021; Пути совершенствования..., 2021; Залесов, Платонов, 2021). Одной из самых насущных проблем лесной отрасли в последнее время является учет и сохранность земель лесного фонда.

К сожалению, эта проблема на сегодняшний день является одним из основополагающих факторов для развития коррупцион-

ных схем и роста социального напряжения в обществе.

Цель, объекты и методика исследований

Целью работы являлся анализ современного состояния дел с учетом земель лесного фонда Уральского федерального округа с разработкой предложений по совершенствованию реализации федерального закона от 29.07.2017 г. № 280-ФЗ.

Объектом исследований служил лесной фонд субъектов Российской Федерации, входящих в границы Уральского федерального округа (УрФО). В процессе проведения исследований на основе ведомственных мате-

риалов и нормативно-правовых документов проанализирована практика реализации вышеуказанного федерального закона, получившего в народе название закон о лесной амнистии.

В процессе исследований основное внимание уделялось устранению спорных вопросов, а также анализу положительной практики отнесения спорных земельных участков к определенным категориям земель.

Результаты и обсуждение

Сложность проведения учета и сохранности земель лесного фонда заключается прежде всего в их значительной площади. В УрФО площадь лесного фонда

превышает 112 млн га. При такой огромной площади и отсутствии в течение долгого времени в кадастре сведений о точных границах возникло большое количество наложений различных категорий земель. На сегодняшний день часть земель лесного фонда имеет двойной учет в государственных реестрах. Так, после проведения работ по внесению в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) сведений о границах 30 % лесничеств округа кадастровая палата направила уведомления о 50 тыс. земельных участков, имеющих пересечения с землями лесного фонда (таблица).

29 июля 2017 г. в целях отнесения спорных земельных участков к определенной категории земли издан федеральный закон № 280-ФЗ – так называе-

мый закон о лесной амнистии, по общему правилу которого признается приоритет Единого государственного реестра недвижимости в случаях, если права на спорные земельные участки возникли до 01 января 2016 г.

Департаментом лесного хозяйства по Уральскому федеральному округу в рамках возложенных полномочий по защите имущественных прав и законных интересов Российской Федерации в области лесных отношений проводится проверка наличия оснований для оспаривания возникновения прав на спорные земельные участки.

По результатам такой проверки на сегодняшний день в отношении 27,5 тыс. земельных дел принято решение об отсутствии судебной перспективы по защите имущественных прав.

По итогу 2021 г. в суды Уральского федерального округа направлено 41 административное исковое заявление о признании права собственности на земельные участки отсутствующим, исключении сведений из Единого государственного реестра недвижимости. Кроме того, 9 – о признании сделки недействительной, исключении сведений из Единого государственного реестра недвижимости.

В разных регионах Российской Федерации складывается неоднозначная судебная практика, нет единообразия в практике применения законодательства, что отражается на вынесении решений судами в пользу Департамента при осуществлении полномочий по защите имущественных прав и законных интересов в области лесных отношений.

Площадь земель лесного фонда УрФО и количество земельных участков с наложением границ по субъектам Российской Федерации

The area of the forest fund of the Ural Federal District and the number of land plots with imposition of borders in the constituent entities of the Russian Federation

Субъект РФ The subject of the Russian Federation	Площадь лесного фонда, тыс. га Forest area, thousand hectares	Количество земельных участков с наложением границ, шт. Number of land plots with overlapping borders, pcs.
Свердловская область Sverdlovsk region	15186	45915
Челябинская область Chelyabinsk region	2646	2819
Курганская область Kurgan region	1824	858
Тюменская область Tyumen region	11396	381
Ханты-Мансийской округ – Югра Khanty-Mansiysk District – Yugra	49351	99
Ямало-Ненецкий автономный округ Yamalo-Nenets Autonomous District	31685	–
Итого Total	112088	50072

По результатам проделанной работы уже сейчас четко выделяются три основные категории земель, имеющих пересечения с землями лесного фонда, – это земли сельскохозяйственного назначения, земли промышленности и земли населенных пунктов.

Территории земель лесного фонда, которые пересекаются с землями сельскохозяйственного назначения, в большинстве случаев являются так называемыми бывшими сельскими лесами. Это те территории лесного фонда, которые ранее были переданы в пользование колхозам и совхозам, но позднее в силу разных обстоятельств перешли в собственность физических и юридических лиц.

Такая ситуация является следствием неисполнения в полном объеме в 2008–2009 гг. поручения президента Российской Федерации о регистрации права собственности Российской Федерации на эти территории.

Почти на всех таких участках произрастают многолетние лесные насаждения (Новоселова и др., 2016; Zalesov et al., 2021; Жижин и др., 2021), в связи с чем на них не распространяются требования закона о лесной амнистии, и Департаментом в судебном порядке инициируется процедура оспаривания возникновения на них прав.

Всякая рубка лесных насаждений на таких участках, совершенная в период незаконного владения ими, признается также незаконной. К примеру, на территории Свердловской области

сформирована положительная судебная практика по доказательству вреда, причиненного лесам вследствие таких рубок.

Так, на сегодняшний день к возмещению присужден вред в общем размере более 445 млн рублей.

Земли промышленности, которые пересекаются с землями лесного фонда, в большинстве своем имеют право собственности Российской Федерации и предоставлены в пользование территориальными управлениями Росимущества (Дегратация..., 2002). В отношении таких участков, если на них не распространяются требования закона о лесной амнистии, Департаментом изначально ведется работа с Росимуществом по изменению категории в кадастре в добровольном порядке. В случае отказа, а чаще всего следует именно отказ, формируется пакет документов и подается соответствующее исковое заявление в суд.

Значительная часть пересечений связана с землями населенных пунктов, в связи с чем один из основных проблемных вопросов для сохранности земель лесного фонда – это вопрос обжалования генеральных планов, утвержденных муниципалитетами с нарушением законодательства – без согласования с уполномоченным органом (т. е. Рослесхозом) в части включения в границы населенных пунктов земель лесного фонда.

Сложившаяся судебная практика показывает, что все генеральные планы, утвержденные в нарушение установленной про-

цедуры согласования с Рослесхозом, являются незаконными и подлежат отмене.

Но вопрос не ограничивается судебными решениями. На сегодняшний день имеется проблема исполнения этих решений, принятых в пользу Российской Федерации: ведь зачастую незаконно включенные в прошлом территории в настоящее время являются фактически застроенными и используемыми по целевому назначению именно земель населенных пунктов, в связи с чем увеличиваются риски роста социального напряжения среди населения, которому предоставлены спорные земельные участки в пользование или собственность.

Для решения данной проблемы считаем необходимым органам власти, уполномоченным в области лесных отношений, совместно с муниципалитетами:

- определить конкретные территории, ранее включенные в границы населенных пунктов, но учтенные в настоящее время в сведениях государственного лесного реестра как земли лесного фонда;

- провести анализ таких территорий на предмет их фактического использования и наличия сформированных в соответствии с земельным законодательством земельных участков;

- определить земельные участки, на которые распространяются требования федерального закона от 29 июля 2017 г. № 280-ФЗ (так называемого закона о лесной амнистии), и внести в отношении этих

территорий соответствующие изменения в государственный лесной реестр;

– в отношении территорий, на которые не распространяются требования федерального закона от 29 июля 2017 г. № 280-ФЗ, подготовить и провести в соответствии с законом процедуру согласования генерального плана с приложением всех материалов, доказывающих фактическое использование этих территорий либо необходимость их включения в границы населенного пункта.

Со своей стороны Департамент готов оказать любую консультационную помощь по данному вопросу.

Несомненно, имеют место и проблемные вопросы при организации работ по приведению в соответствие сведений из Единого государственного реестра недвижимости со сведениями из Государственного лесного реестра, в ряде регионов на территории Уральского федерального округа.

В Департаменте имеется информация о наличии большого количества (более 65 тыс. пересечений на территории УрФО) противоречий в сведениях государственного лесного реестра

и Единого государственного реестра недвижимости в отношении границ земель лесного фонда и земель иных категорий.

Отстающими в данном направлении являются территории Челябинской и Курганской областей, где на сегодняшний день не принимаются в полном объеме меры по устранению несоответствий в государственных реестрах, что, в свою очередь, увеличивает риски социального напряжения.

В Свердловской области в нарушение действующего законодательства региональное Министерство природных ресурсов и экологии не вносит самостоятельно изменения в государственный лесной реестр, запрашивая дополнительно по каждому участку не предусмотренные никакими нормативно-правовыми актами уведомления нашего Департамента, что, в свою очередь, ведет к срыву установленного законом срока приведения в соответствие сведений государственных реестров.

Положительный опыт исполнения закона о лесной амнистии можно отметить в Тюменской области и Ямало-Ненецком автономном округе, где созданы рабочие группы, на которых рас-

сматривают спорные участки и принимаются решения об исключении сведений из государственного лесного реестра.

Выводы

1. Ведение государственного лесного реестра (ГЛР) относится к переданным Российской Федерацией органам государственной власти субъектов Российской Федерации полномочиям в области лесных отношений в соответствии с установленным законодательством. Приведение сведений ГЛР и ЕГРН находится в их компетенции и является их прямой обязанностью.

2. Департамент лесного хозяйства по УрФО, являясь органом контроля за осуществлением органами государственной власти субъектов Российской Федерации переданных полномочий в области лесных отношений, предпримет все необходимые меры для побуждения органов государственной власти субъектов Российской Федерации к исполнению работ по реализации федерального закона от 29.07.2017 г. № 280-ФЗ до 2023 г., согласно поручению президента Российской Федерации.

Список источников

Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения / Н. Н. Теринов, Е. М. Андреева, С. В. Залесов, Н. А. Луганский, А. Г. Магасумова // Лесн. журн. 2020. Т. 3. С. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23.

Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С. В. Залесов, Н. А. Кряжевских, Н. Я. Крупинин, К. В. Крючков, К. И. Лопатин, В. Н. Луганский, Н. А. Луганский, А. Е. Морозов, И. В. Ставищенко, И. А. Юсупов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. Вып. 1. 436 с.

Жижин С. М., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Изменение площади сельскохозяйственных угодий по лесным районам в Республике Удмуртия // Успехи современ. естествознания. 2021. № 2. С. 12–18. DOI: 10.17513/use. 37568.

Залесов С. В., Платонов Е. П. К вопросу о необходимости совершенствования нормативно-правовых актов по вопросам лесопользования // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2021. С. 115–119.

Залесов С. В. Парадоксы нормативных документов по вопросам ведения лесного хозяйства и лесопользования // Актуальн. проблемы лесн. комплекса : сб. науч. тр. Брянск : БГИТУ, 2018. Вып. 53. С. 18–21.

Новоселова Н. Н., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 106 с.

Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению / Е. П. Платонов, А. С. Оплетев, С. В. Залесов, К. А. Башегуров // Лесн. вестник. 2021. № 6. Т. 25. С. 5–8. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-5-10.

Zalesov S. V., Magasumova A. G. Protective forest management problems in Russia // E 35 Web of Conferences 258, 08004 (2021). URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125808004>

Zalesov S. V., Magasumova A. G., Opletaev A. S., Platonov E. P. Increasing the efficiency of former agricultural band using // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 876 (2021) 012082. Doi: 10.1088/1755-1315/876/1/012082.

References

Degradation and demutation of forest ecosystems in conditions of oil and gas production / S. V. Zalesov, N. A. Kryazhevskikh, N. Ya. Krupinin, K. V. Kryuchkov, K. I. Lopatin, V. N. Lugansky, N. A. Lugansky, A. E. Morozov, I. V. Stavishenko, I. A. Yusupov. Yekaterinburg : UGLTU, 2002. Issue. 1. 436 p.

Novoselova N. N., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Formation of woody vegetation on former agricultural lands. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2016. 106 p.

Platonov E. P., Opletaev A. S., Zalesov S. V., Bashegurov K. A. Ways of improving measures for compensatory reforestation // Forestry Bulletin. 2021. № 6. Т. 25. P. 5–8. DOI: 10.18698 / 2542-1468-2021-6-5-10.

Restoration of spruce forests : theory, domestic experience and methods of solution / N. N. Terinov, E. M. Andreeva, S. V. Zalesov N. A. Lugansky, A. G. Magasumova // Forest Journal. 2020. Vol. 3. P. 9-23. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2020-3-9-23.

Zalesov S. V. Paradoxes of regulatory documents on forest management and forest management // Actual problems of the forest complex. Collection of scientific papers. Bryansk : BGITU, 2018. Issue 53. P. 18–21.

Zalesov S. V., Magasumova A. G. Protective forest management problems in Russia // E 35 Web of Conferences 258, 08004 (2021). URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125808004>.

Zalesov S. V., Magasumova A. G., Opletaev A. S., Platonov E. P. Increasing the efficiency of former agricultural band using // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 876 (2021) 012082. Doi: 10.1088/1755-1315/876/1/012082.

Zalesov S. V., Platonov E. P. On the issue of the need to improve regulatory legal acts on forest management // Effective response to modern challenges, taking into account the interaction of man and nature, man and technology: socio-economic and environmental problems of the forest complex. Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2021. P. 115–119.

Zhizhin S. M., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Change in the area of agricultural land in forest areas in the Republic of Udmurtia // Successes of modern natural science. 2021. № 2. P. 12–18. DOI: 10.17513/use.37568.

Информация об авторах:

С. В. Куплевацкий – директор;

Е. П. Платонов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

S. V. Kuplevatsky – director;

E. P. Platonov – candidate of agricultural sciences.

Статья поступила в редакцию 11.01.2022; принята к публикации 20.10.2022.

The article was submitted 05.09.2022; accepted for publication 20.10.2022.

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 85–92

Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 85–92

Научная статья

УДК 712.4

Doi: 10.51318/FRET.2021.20.40.009

АНАЛИЗ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ г. БЕРЕЗОВСКОГО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Екатерина Викторовна Бушуева¹, Татьяна Борисовна Сродных²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ motia9@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8530-7137>

² tanya.srodnykh@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4297-0147>

Аннотация. Статья содержит результаты исследований по детальному изучению объектов общего пользования (ОП) г. Березовского, а также анализ системы озеленения города в целом. Обследование объектов проводилось методом подеревной инвентаризации с определением таких характеристик насаждений, как состав, возраст, морфометрические показатели, санитарное состояние, типы пространственной структуры (ТПС), плотность посадки насаждений. Результаты анализа системы озеленения показали, что площади объектов ОП в городе недостаточны для создания комфортной среды. Обеспеченность насаждениями ОП составляет 2 м²/чел., что соответствует 30 % от рекомендуемого норматива – 7 м²/чел. Имеющиеся объекты ОП располагают разнообразным ассортиментом видов, имеют хорошее и удовлетворительное состояние и соответствуют функциональным требованиям. Насаждения ограниченного пользования также имеют хорошие характеристики и соответствуют предъявляемым требованиям и рекомендациям специалистов, некоторые категории насаждений специального назначения требуют проведения рубок ухода. Системе озеленения города необходимо дальнейшее развитие: увеличение площади объектов ОП, создание зеленых коридоров – бульваров для связи объектов внутригородских и пригородных, создание лесопарка или зоны отдыха в лесном массиве около Шиловского пруда. Особого отношения требуют территории нарушенных ландшафтов, которые находятся в промзоне обогатительной фабрики и на данный момент являются действующим отвалом золотодобычи. Необходимы работы по рекультивации данных территорий и в дальнейшем возможному их включению в зону рекреации города. Потенциал территории у города значительный, и со временем создать хороший зеленый каркас – вполне выполнимая задача.

Ключевые слова: система озеленения города, таксационные показатели, организация рекреационной деятельности

Scientific article

THE ANALYSIS OF LANDSCAPING SYSTEM OF BEREZOVSKY CITY (SVERDLOVSK REGION) AND SUGGESTIONS FOR ITS IMPROVEMENT

Ekaterina V. Bushueva¹, Tatyana B. Srodnykh²

^{1,2} State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ motia9@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8530-7137>

² tanya.srodnykh@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4297-0147>

Abstract. The article described the results of detailed study of public facilities, located in Berezovsky city, as well as the analysis of city landscaping system as a whole. The green spaces were inventoried and such parameters as their composition, age, morphometric characteristics, sanitary condition, spatial structure types (SST) and planting density were determined. The results of landscaping system analysis indicated that the public facilities areas were not enough to create the comfortable urban environment. The public facilities landscaping compiled to 2 square meters per person which was equal to 30 percent of recommended standard of 7 square meters per person. The available public facilities were in good or satisfactory condition, met the functional requirements and included many different species of plants. The green spaces of limited use had also good characteristics and met the requirements and recommendations given by the experts. Some types of special purpose plantings required cutting. The city landscaping system should be developed: the public facilities areas should be increased, the green boulevards should be established and should connect the intracity and suburb facilities. The forestland near the Shilovsky pond should also be provided with forest park or recreation area. The areas with damaged landscape, located near the processing plant and currently used as gold-mining spoil heap, require special treatment. These areas need to be reclaimed to include them into the city recreation area later. The city has a great potential and can it be provided with sufficient greenery framework with the course of time.

Keywords: city landscaping system, taxation indicators, organisation of recreation activities

Введение

Город Березовский – один из городов спутников г. Екатеринбурга, имеющий свое муниципальное образование и развитую инфраструктуру. Население города на 2020 г. составило 76 тыс. человек при площади 32,6 км² (Теодоронский, Боговая, 2003). Город относится к категории «средних» городов по численности населения (Боговая, Фурсова, 1988).

С 1745 по 1938 г. Березовский организуется в качестве рабочего поселка при золотых приисках, которые стали градообразующими. В 1938 г. посе-

лок Березовский получил статус города. Застройка преимущественно частная малоэтажная с включением многоэтажных домов периода строительства от 70-х годов до современности. Появились новые жилые комплексы – «5 квартал», район «Уют-сити», также присутствует и точечная застройка. Городской ландшафт разнороден. Зеленые насаждения в определенной мере сглаживают эти различия и противоречия: уличные насаждения, естественный окружающий ландшафт – Шиловский лесопарк и пруд.

Городская система озеленения ставит основную цель – создание благоприятных, комфортных условий для проживания. Для этого основные объекты системы озеленения должны быть равномерно расположены на территории города и соединены в единую систему озелененными улицами, бульварами, пешеходными зонами. Необходимо также связать городские объекты общего пользования (ОП) с пригородными или загородными. По своей структуре городская система озеленения состоит из насаждений трех категорий в зависимости от их

функционального назначения: объекты ОП, ограниченного пользования и специального назначения (Писцов, 2020).

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель: на основе полученных данных по детальному обследованию объектов ОП и визуальному обследованию объектов других категорий проанализировать структуру и состояние системы озеленения города Березовского и внести предложения по ее усовершенствованию.

Для достижения цели были определены следующие задачи:

1) обследовать детально насаждения ОП методом подеревной инвентаризации;

2) визуально обследовать объекты ограниченного и специального назначения (школа, детсад, кладбище);

3) определить соответствие системы озеленения города основным требованиям: равномерность размещения объектов ОП и наличие связей между объектами внутригородскими и пригородными и т. д.;

4) дать предложения по совершенствованию системы озеленения.

При детальном обследовании использовали метод подеревной инвентаризации с определением морфометрических параметров насаждений: высота растений, диаметр ствола на высоте 1,3 м, диаметр кроны, а также санитарное состояние по шестибалльной шкале (СНиП 2.07.01-89). Также устанавливались плотность посадки насаждений на объектах и соотношение типов пространственной структуры (ТПС). Визуально определялись состав насаждений и санитарное состояние.

Результаты исследования и их обсуждение

Более подробно мы остановимся на объектах ОП: именно они несут основную функцию по рекреации для городского населения. Но объектов ОП в городе мало: это Парк Победы – 6,84 га; Малахитовый бульвар – 5,32 га и Исторический сквер – 2,57 га.

Парк Победы – самый крупный городской объект ОП, имеет

центральное местоположение в административной части города, несет рекреационную, мемориальную и санитарно-гигиеническую нагрузки. На территории парка расположен монумент «Вечный огонь» и списки воинов, погибших в ВОВ, а также мемориал, посвященный войне в Афганистане.

На данный момент прошла масштабная реконструкция данного объекта. Проведена санитарная рубка с раскорчевкой (143 шт.) и посадкой новых деревьев и кустарников. Тип пространственной структуры в целом закрытый (таблица). Исключение составляют широкая центральная аллея, по центру которой расположена регулярная партерная композиция, мемориал памяти ВОВ и детская площадка.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в парке преобладает закрытый ТПС и доля его немного превышает рекомендации специалистов. Полуоткрытый тип ландшафта тоже укладывается в рекомендации, но площадь открытых пространств

Соотношение типов пространственной структуры в парке Победы
The correlation of spatial structure types in the Victory park

Тип пространственной структуры Spatial structure types	Площадь, м ² Area, m ²	Доля, % Proportion, %	Доля по рекомендациям, % Share by recommendation, %
Закрытый Close	46885	68,6	40–60
Полуоткрытый Semioopen	10896	15,9	10–40
Открытый Open	10599	15,5	30–50
Общая площадь сквера Total area	68380	100	–

мала, что, собственно, характерно для многих парков, созданных на базе лесных, пусть даже разреженных, массивов, в городах таежной зоны. Но в целом такое распределение ТПС можно считать приближенным к оптимальному варианту.

Планировка парка после реконструкции довольно сложная смешанная: осевая и звездчатая, состоит из нескольких осей с низкими на них центрами площадок.

Анализ данных инвентаризации свидетельствует о том, что

на территории парка присутствуют деревья трех классов высоты с развитым подлеском из кустарников (рис. 1).

Данные рис. 1 свидетельствуют о большом видовом разнообразии насаждений парка. Структурообразующими видами

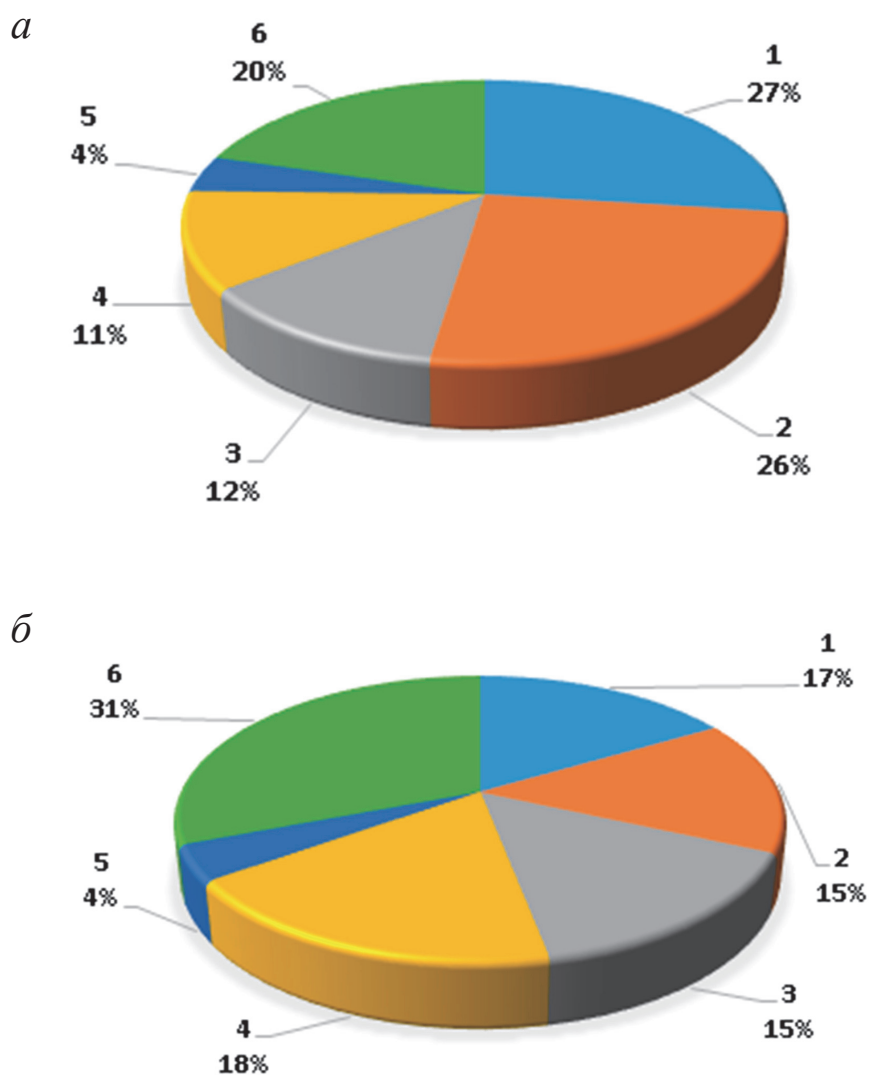


Рис. 1. Видовой состав насаждений парка Победы:

а: 1 – береза повислая; 2 – клен ясенелистный; 3 – яблоня сибирская; 4 – липа мелколистная; 5 – пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.); 6 – прочие породы;

б: 1 – спирея березолистная; 2 – смородина альпийская; 3 – кизильник блестящий; 4 – спирея японская *goldflame*; 5 – пузыреплодник калинолистный; 6 – прочие породы

Fig.1. The species composition of planting in the Victory park:

а: 1 – *Betula pendula* Roth.; 2 – *Acer negundo* Ledeb.; 3 – *Malus bacata* (L.) Borkh.; 4 – *Tilia cordata* Mill.; 5 – *Abies sibirica* Ledeb.; 6 – other breeds

б: 1 – *Spiraea betulifolia* Pall.; 2 – *Ribes alpinum* L.; 3 – *Cotoneastr lucidus* Schltl.; 4 – *Spiraea japonica* L.f.; 5 – *Spiraea opulefolia*; 6 – other breeds

являются береза повислая (*Betula pendula* Roth), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb) – 1 класс высоты, клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) – 2 класс высоты и яблоня сибирская (*Malus baccata* (L.) Borkh) – 3 класс. Второй высотный класс представлен «прочими культурами», высаженными куртинами и одиночно. Общее количество видов составляет 21 наименование деревьев и 13 наименований кустарников. Преобладающими из древесных являются береза повислая и клен ясенелистный, соответственно 27 и 26 %, меньшие доли занимают яблоня ягодная и липа мелколистная, соответственно 12 и 11 %. Доля хвойных невелика.

Состояние высаженных деревьев и кустарников требует комплексных уходных процедур в ближайшие 2 года, чтобы обеспечить высокую приживаемость новых зеленых насаждений. Состояние оставшихся деревьев и кустарников удовлетворительное.

Хорошо выполнено новое благоустройство: проложены новые транзитные маршруты с твердым покрытием дорожно-тропиночной сети и установкой МАФ; использованы фонари освещения двух типов (разный дизайн). В парке создана новая зона рекреации в виде скейт-парка со стороны ул. Театральной, предназначена для детей 8–14 лет.

В целом реконструкция улучшила состояние парка, сделала его более удобным и благоустро-

енным, плотность зеленых насаждений сохранилась на том же уровне благодаря замещающей посадке деревьев вместо вырубленных. Оформление однолетними цветами сведено к минимуму (использовано порядка 1000 шт. рассады в партерной композиции), основу цветников и разнообразных композиций составляют многолетние декоративные и устойчивые виды.

Исторический сквер – это действительно историческое место, так как данная географическая точка дала начало крупному предприятию по золотодобыче в Российской Империи и большому поселению – г. Березовскому. В 70-х гг. XX в. производство было перенесено южнее, а в 1973 г. на месте находки золота был заложен Исторический сквер. Территория сквера представляет собой рекультивированную местность. В сквере был поставлен памятник первооткрывателю месторождения – Ерофею Маркову – и выполнено озеленение.

Преобладающим является открытый ТПС – это поляны с единичными деревьями. Однако внутри территории следует выделить участки с групповым размещением деревьев – полукрытый ТПС и закрытый ТПС. К ним можно отнести 2 липовые аллеи, ивовую и яблоневую куртины. Преобладающие виды деревьев в сквере: липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill), береза повислая (*Betula pendula* Roth), ива ломкая ф. шаровидная (*Salix fragilis* Ledeb.), лиственница сибирская

(*Larix sibirica* Ledeb). Состояние деревьев удовлетворительное (СНиП 2.07.01-89). Плотность посадки деревьев составляет 95 шт./га. Рекомендуемая плотность 150–160 шт./га (Бушуева, Сродных, 2021).

Малахитовый бульвар имеет площадь 5320 м², вытянутую форму. Зона рекреации расположена между жилыми массивами и предназначена для локального отдыха населения микрорайона «Уют-Сити». Малахитовый бульвар – это бульвар районного значения, был создан в 2020 г.

Предусмотрены зоны отдыха для основных групп населения. Прогулочный маршрут прямой через центральную ось бульвара с активными и спокойными зонами отдыха. Бульвар обеспечен всеми необходимыми конструкциями МАФ и фонтаном. Тип пространственной структуры полукрытый. Посадки липы европейской сорт «Паллида» (*Tilia x europaea* 'Pallida'), из хвойных – ели обыкновенной (*Picea abies* L.) – 1 класс высоты; яблони декоративной «Рудольф» (*Malus hybrida* Rudolf), березы повислой «Юнги» (*Betula pendula* Roth. 'youngii'), ивы ломкой (*Salix fragilis* Ledeb.) – 2 класс высоты; и прочих видов деревьев. Нижний ярус посадок выполнен двумя структурообразующими породами: основная спирея японская (*Spiraea japonica* L.f.) – 87 % и осенний цветовой акцент представляет гортензия метельчатая (*Hydrangea paniculata* Siebold) – 11 %. Посадки зеленых насаждений выполнены в 2020 г.

крупномерными деревьями и кустарниками, состав представлен на рис. 2.

Вместо газонов выполнены цветники из многолетних цветочных культур и злаков, замульчированные корой лиственницы. Состояние зеленых насаждений

нормальное, но требуются регулярные уходы в связи с периодом приживаемости и с использованием новых для нашего региона сортов лиственных декоративных деревьев.

Радует, что застраиваемая территория озеленяется в про-

цессе строительства, что повышает комфортность селитебной территории и привлекает дальнейшие инвестиции в микрорайон.

На территории г. Березовского расположено 17 объектов ограниченного назначения – состояние

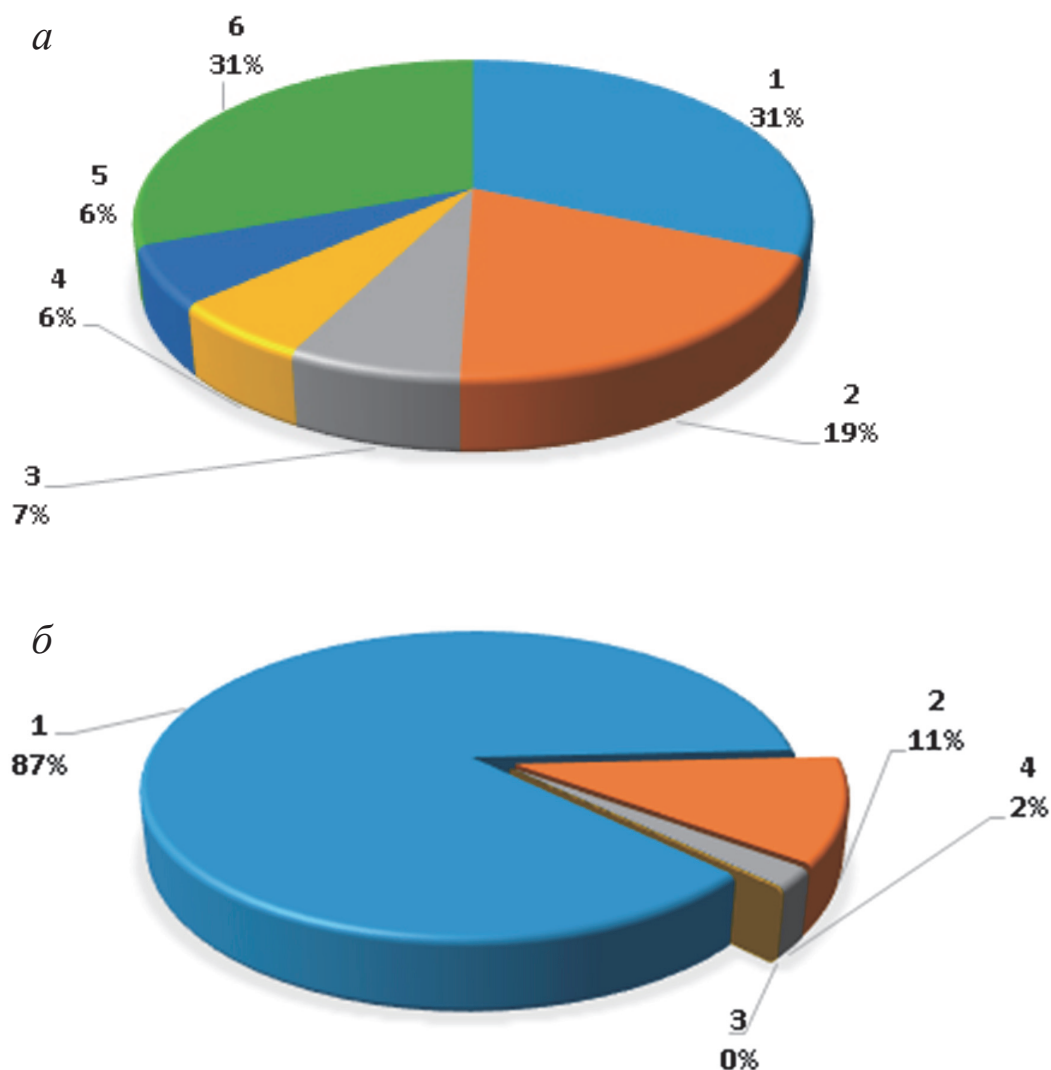


Рис. 2. Видовой состав насаждений Малахитового бульвара:
 а: 1 – ива ломкая; 2 – липа европейская «Паллида»; 3 – береза повислая «Юнги»;
 4 – яблоня декоративная «Рудольф»; 5 – ель обыкновенная; 6 – прочие породы
 б: 1 – спирея японская; 2 – гортензия метельчатая; 3 – сирень обыкновенная «Красавица Москвы»;
 4 – спирея серая Grefsheim

Fig. 2. The species composition of planting on Malachite boulevard:
 а: 1 – salix fragilis ledeb.; 2 – tilia europeae Pallida; 3 – betula pendula Roth youngii;
 4 – malus hibride Rudolph; 5 – Picea abies L.; 6 – other breeds
 б: 1 – spiraea japonica L.f.; 2 – Hidrangea paniculata siebold;
 3 – Suringa vulgaris Ledeb. «Krasavitca Moskvу»; 4 – spiraea cinerea Zabel

зеленых насаждений удовлетворительное, планировка соответствует требованиям объектов данной категории.

Объекты специального назначения: кладбище Центральное в пределах города площадью 11,53 га, создано на базе лесного массива с преобладанием березы; насаждения вдоль улиц и магистралей защитного типа составляют в целом около 300 га в пределах города (Объединенный лесохозяйственный регламент..., 2017).

Анализ системы озеленения города Березовского.

Выводы

Город Березовский сформировался из небольшого поселения в город средний по численности населения с довольно большой площадью и разнохарактерной застройкой с преобладанием малоэтажного строительства и включением новых районов и отдельных зданий повышенной этажности. Озеленение объекта-

ми ОП неравномерное. Помимо озелененных улиц и озеленения в жилой застройке, в центральном районе города присутствуют скверы и парк. В периферийных районах ситуация хуже. Требуется значительное увеличение площади объектов ОП путем создания новых скверов и бульваров, особенно в Новоберезовском районе, территории для этого есть. Здесь большое значение имеют естественные лесные массивы, которые стихийно используются горожанами для рекреации. Нормативный показатель обеспеченности насаждениями ОП для «средних» по численности городов составляет 7 м² на человека (СНиП 2.07.01-89). В Березовском этот показатель очень низок – 2 м² на человека. Необходимо увеличить площадь объектов ОП, используя внутригородские резервы, пустыри и пр., а также естественные лесные территории лесопарка и Шиловского пруда, площадь лесопарка 226 га.

А также лесопарка по ул. Гагарина в границах улиц Спортивная – Ленина.

Детальные исследования объектов ОП показали, что насаждения на них находятся в удовлетворительном состоянии; на объектах ограниченного пользования – в хорошем состоянии, хотя количество насаждений должно быть увеличено. Насаждения на кладбище Центральном требуют интенсивных санитарных рубок, уличные зеленые насаждения находятся в удовлетворительном состоянии. Связи между объектами часто прерываются. Нет взаимосвязи городских объектов с лесными массивами; необходимо создавать дополнительные бульвары, пешеходные зоны, скверы. Потенциал для развития сети объектов ОП у города есть. Необходимо заниматься данным вопросом на постоянной основе, выделять средства и производить работы в соответствии со стандартами.

Список источников

Боговая И. О., Фурсова Л. М. Ландшафтное искусство : учебник для вузов. М. : Агропромиздат, 1988. 223 с.

Бушуева Е. В., Сродных Т. Б. Анализ насаждений Исторического сквера г. Березовского Свердловской области // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XVII Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2021. С. 230–233.

Объединенный лесохозяйственный регламент Березовского лесничества. Екатеринбург, 2017. 164 с.

Писцов Е. Р. Город в цифрах. Из отчёта главы Берёзовского Евгения Писцова по итогам 2020 года. URL: <https://www.zg66.ru/publications/politics-and-economics/11079-2021-06-03-05-25-20.html> (дата обращения: 20.01.2022).

СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (взамен СНиП II-60-75). URL: <https://docs.cntd.ru>

Теодоронский В. С., Боговая И. О. Объекты ландшафтной архитектуры : учебник для вузов. М. : Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2003. 300 с.

References

Bogovaya I. O., Fursova L. M. Landshaftnoe iskusstvo [Landscape Art]. Moscow : Agropromizdat Publ., 1988. 223 p.

Building Codes and Regulations 2.07.01-89 Urban Planning. Planning and Development of Urban and Rural Settlements (instead of Building Codes and Regulations II-60-75). URL: <https://docs.cntd.ru>

Bushueva E. V., Srodnykh T. B. Analysis of plantings of the Historical Park of Berezovsky, Sverdlovsk region // Scientific creativity of youth – the forest complex of Russia : Materials of the XVII All-Russian Scientific and Technical Conference of students and postgraduates. Yekaterinburg, 2021. P. 230–233.

Joint Forestry Regulations of Berezovsky Forestry. Yekaterinburg, 2017.

Pistcov E. R. The city in numbers. From the report of the head of Berezovsky Evgeny Pistsov on the results of 2020. URL: <https://www.zg66.ru/publications/politics-and-economics/11079-2021-06-03-05-25-20.html> (Accessed 20.01.2022)

Teodoronsky V. S., Bogovaya I. O. Landscape Architecture Facilities. Moscow : Moscow State Forest University Publ., 2003. 300 p.

Информация об авторах:

Е. В. Бушueva – магистрант;

Т. Б. Сродных – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

E. V. Bushueva – master's degree;

T. B. Srodnykh – doctor of agricultural Sciences, professor.

Статья поступила в редакцию 22.01.2022; принята к публикации 15.02.2022.

The article was submitted 22.01.2022; accepted for publication 15.02.2022.
