

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА СКАЛЬНИКАХ ПОСЛЕ ПОЖАРА

А.В. Грязькин¹✉, О.И. Гаврилова², Тун Чэн¹, Е.А. Семенова¹

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», Россия, 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер, д. 5, литера У

²ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Россия, 185096, г. Петрозаводск, Республика Карелия, пр. Ленина, д. 33

lesovod@bk.ru

Установлено, что в зависимости от лесообразующей породы и условий произрастания, восстановление лесной экосистемы на гари растягивается на длительный период. Выявлено замедленное накопление органического вещества на скальниках, с чем и связано затянутое во времени развитие всех компонентов леса. Показано, что спустя 15 лет после пожара, на месте сгоревшего сосняка сформировались молодняки с преобладанием сосны березы и осины. Охарактеризована структура вновь сформированного фитоценоза, в котором общая численность древесных пород достигает 4,5 тыс. экз./га. Указано на преобладание подроста высотой более 2 м. Зафиксировано наличие в составе подчиненного яруса фитоценоза кустарниковых пород — рябины обыкновенной, ивы козьей, можжевельника обыкновенного, жимолости лесной и ирги круглолистной. Охарактеризован состав живого напочвенного покрова. Указано, что из 21 вида растений, встречаемость более 50 % имеют лишайники, вереск обыкновенный, политрихум можжевельниковый, ожика волосистая, иван-чай и луговик извилистый.

Ключевые слова: гарь, постпирогенные сукцессии, компоненты леса, подрост, подлесок, живой напочвенный покров

Ссылка для цитирования: Грязькин А.В., Гаврилова О.И., Чэн Тун, Семенова Е.А. Структурные особенности лесных фитоценозов формирующихся на скальниках после пожара // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 3. С. 18–25. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-18-25

Лесные пожары инициируют существенные изменения в структуре любых фитоценозов [1–7]. В первую очередь воздействию огня подвергается растительность нижних ярусов — живой напочвенный покров, подрост и подлесок. В то же время страдает и корневая система верхнего яруса — древостоя. Лесной пожар приводит к изменению структуры и строения почвы, педомезофауны [8–11]. Известно, что восстановление лесной экосистемы, в зависимости от лесорастительных условий, может продолжаться от нескольких до десятков лет [12–15]. При этом восстановительный процесс может быть поэтапным. Сукцессии протекают с различной интенсивностью. На первом этапе происходит восстановление коренных видов в составе живого напочвенного покрова, когда пионерные виды (синантропные, сорные растения и т. д.) сменяются лесными видами [12, 16–21]. Первый этап смены растительности — самый короткий. Значительно более длинный срок занимает восстановление древесных растений из состава подлесочных пород. Практически одновременно с подлеском появляется и подрост лесообразующих пород [8, 13, 22–24]. Формирование полноценного древостоя на постпирогенных землях, происходит в течение 40...80 лет

в зависимости от лесообразующей породы. В целом формирование лесных экосистем на гаях имеет свои особенности по сравнению с другими категориями земель.

Цель работы

Цель работы — выявление особенностей восстановления лесной экосистемы на гаях после сгоревшего сосняка лишайникового.

Объекты и методика исследований

Объектом исследований послужила гарь 15-летней давности на территории Прионежского лесничества Республики Карелия. Пройденная пожаром лесная экосистема — сосняк лишайниковый на выходах скальных пород с редким подростом сосны под пологом материнского древостоя.

Учет подроста, подлеска и живого напочвенного покрова (ЖНП) проводили на круговых учетных площадках по 10 м². При этом для подроста и подлеска указывали видовой состав, численность, распределение по группам высот и по виталитету. Для ЖНП указывали встречаемость и проективное покрытие по видам. Отдельно учитывали фитомассу растений в составе ЖНП.

Количество растений кукушкиного льна, политрихума можжевельникового и сфагнумов определяли

по следующей методике. Количество растений подсчитывали на 1 дм² в трех повторностях. Полученное среднее значение переводили на 1 м². Для крупных растений численность определяли прямым подсчетом на 1 м². Для таких растений, как лишайники и зеленые мхи учитывали только фитомассу. Для большинства видов подсчет численности которых возможен, была определена и масса 100 растений. Для растений, произрастающих пучками (вейник, луговик, мятлик) учитывали количество пучков и их общую массу. При этом для всех видов растений были установлены встречаемость и проективное покрытие. С учетом этих количественных характеристик устанавливали состав ЖНП. В формулу состава включали не более пяти видов, преобладающих в данном фитоценозе.

Результаты и обсуждение

Спустя 15 лет после пожара на месте сосняка лишайникового начал формироваться лесной фитоценоз характерной структуры. На начальном этапе на гари сформировался ЖНП, включающий в себя травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы. Несмотря на это, сохранились локальные пятна разного размера со скальными обнажениями. По местам произрастания ЖНП появляется подрост основных лесообразующих пород и подлесок. В составе подроста преобладают сосна и береза (рис. 1).



Рис. 1. Подрост сосны и березы на опытном участке
Fig. 1. Pine and birch undergrowth on the experimental plot

Т а б л и ц а 1

Численность, структура по высоте и встречаемость подроста, экз./га

Number, height structure and occurrence of undergrowth, ind./ha

Русское и латинское название вида	Жизнеспособный			Нежизнеспособный			Сухой			Итого
	кр	ср	мел	кр	ср	мел	кр	ср	мел	
Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	74	109	33	29	116	226	25	96	74	782
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	742	428	307	–	96	75	–	17	742	2407
Ель европейская (<i>Picea abies</i> L.)	–	–	16	–	–	–	–	–	–	16
Береза бородавчатая (<i>Betula verrucosa</i> Ehrh)	444	214	130	–	25	38	–	12	444	1307
Ольха серая (<i>Alnus incana</i> L.)	–	4	8	–	–	–	–	–	–	12
Итого подроста	1560	751	470	29	237	329	25	125	1260	4524

Примечание. Здесь и далее: кр — крупный (более 150 см), ср — средний (51–150 см), мел — мелкий (до 50 см)

Осина, ольха серая и ель встречаются sporadически, преимущественно в микропонижениях, там, где накапливается органическое вещество в виде опада. Общая численность подроста — 4524 экз./га (табл. 1).

Преобладает крупный подрост сосны, березы и осины, размах варьирования по высоте — от 0,2 до 5 м. Доля мелкого подроста составляет около 10 %. Ольха и ель представлены экземплярами высотой от 0,1 до 1,5 м. Для этих пород характерно существенное преобладание мелкого

подроста — более 80 %. При этом структура по возрасту подроста березы и сосны сильно дифференцирована, встречаются особи в возрасте от 3 до 15 лет. По жизненному состоянию все древесные породы представлены преимущественно жизнеспособным подростом. Доля сухого подроста составляет около 25 % и состоит главным образом из погибших особей сосны — 759 экз./га., или более 60 % численности сухого подроста всех лесообразующих пород. Погибших экземпляров ольхи и ели не выявлено. В составе нежизнеспособного

Т а б л и ц а 2

Численность подлеска, структура по высоте и виталитету, экз./га
Number of undergrowth, height and vitality structure, ind./ha

Русское и латинское название вида	Жизнеспособный			Нежизнеспособный			Сухой			Итого
	кр	ср	м	кр	ср	м	кр	ср	м	
Ирга круглолистная (<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.)	–	13	4	–	–	–	–	–	–	17
Ива (<i>Salix</i> sp.)	29	33	17	–	–	–	–	8	29	87
Рябина (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	17	101	67	–	4	8	4	25	17	226
Можжевельник (<i>Juniperus communis</i> L.)	–	8	4	–	–	–	–	–	–	12
Жимолость настоящая (<i>Lonicera xylosteum</i> L.)	–	8	–	–	–	–	–	–	–	8
Итого подлеска	46	155	92	–	4	8	4	33	46	350

Т а б л и ц а 3

Проективное покрытие и встречаемость видов в составе живого напочвенного покрова
Projective cover and occurrence of species in the living ground cover

Русское и латинское название вида	Проективное покрытие, %	Встречаемость, %	Коэффициент значимости вида	Место в составе живого напочвенного покрова
Брусника (<i>Vaccinium vitisidaea</i> L.)	15,0	25	375	5
Вейник лесной (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)	2,0	37,5	75	10
Вереск обыкновенный (<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.)	21,7	87,5	1899	3
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	0,6	12,5	8	–
Золотарник (<i>Solidago virgaurea</i> L.)	1,9	37,5	71	11
Иван-чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	3,2	62,5	200	6
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	0,6	12,5	8	–
Кукушкин лен обыкновенный (<i>Polytrichum commune</i> Hedw.)	0,6	12,5	8	–
Кульбаба скальная (<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.)	0,6	12,5	8	–
Линнея северная (<i>Linnaea borealis</i> f. <i>arctica</i> Wittr.)	0,6	12,5	8	–
Лишайники (<i>Lichenes</i> sp. L.)	22,9	87,5	2004	2
Луговик извилистый (<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer)	4,4	87,5	385	4
Марьянник лесной (<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.)	2,5	50	125	9
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	2,6	50	130	8
Ожика волосистая (<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.)	3,1	62,5	194	7
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	0,6	12,5	8	–
Политрихум можжевельниковый (<i>Polytrichum juniperinum</i> (Hedw.)	31,3	100	3130	1
Ситник тонкий (<i>Juncus tenuis</i> Willd.)	0,6	12,5	8	–
Сфагнум (<i>Sphagnum</i> sp. L.)	0,6	12,5	8	–
Тростник обыкновенный (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.)	1,3	12,5	16	13
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	1,3	25	33	12

подроста преобладает осина — 371 экз./га, или более 62 % общего количества нежизнеспособного подроста всех лесообразующих пород. Состав подроста по численности особей можно

отобразить следующей формулой — 54С29Б17Ос, ед. Е, Олс.

Таким образом, в ходе полевых исследований установлено, что особенностью структуры

подроста, сформировавшегося на гари, является наличие значительного количества отпада. В то же время для всех пород характерно преобладание жизнеспособного подроста. Для целевой породы постпирогенные условия оказались оптимальными — от общей численности подроста сосны доля растений выше 1,5 м достигает 51 %. В последние годы (2020–2022) величина годового прироста у отдельных особей высотой более 3 м, может превышать 50 см.

По сравнению с подростом, численность подлеска значительно меньше — всего 350 экз./га (табл. 2). В составе подлеска выявлено пять пород, преобладает рябина (226 экз./га) — около 65 %. Остальные виды кустарников представлены единичными экземплярами — от 8 до 87 экз./га. Виталитетная структура характеризуется преобладанием жизнеспособных особей. Суммарная доля сухого и нежизнеспособного подлеска — около 27 %. Преобладает подлесок высотой от 0,51 до 1,5 м. Как и подрост, основная часть подлеска приурочена к микропонижениям, на которых произрастают все компоненты фитоценоза. Состав подлеска: рябина — 65 %, ива — 25, ирга — 5, можжевельник — 3, жимолость — 2 %.

Такой важный компонент леса, как ЖНП, представлен большим количеством видов — более 21 (лишайники и сфагновые мхи в ходе полевых работ по видам не выделялись). Доминируют политрихум можжевельниковый, лишайники, вереск и брусника. Как видно из табл. 3, указанные виды по величине проективного покрытия занимают: политрихум можжевельниковый — 32 %, лишайники — 23, вереск — 22, брусника — 15 %. На долю остальных 17 видов приходится лишь 8 %. Одной из особенностей структуры травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов состоит в доминировании лишь небольшого количества видов в их составе (рис. 2).

Другая особенность нижнего яруса фитоценоза на гари — преобладание в его составе ксерофитных и олиготрофных видов. Установлено также, что в составе ЖНП преобладают гелиофильные растения.

Встречаемость более 50 % имеют шесть видов — лишайники, вереск, политрихум можжевельниковый, ожика волосистая, иван-чай и луговик извилистый. Установлено, что максимальные значения встречаемости и проективного покрытия у преобладающих видов растений не совпадают. По этой причине, с нашей точки зрения, для характеристики удельного веса каждого вида растения целесообразно указывать коэффициент значимости вида, т. е. «вес» каждого вида, который учитывает оба показателя. Значение коэффициента значимости вида определяется как произведение встречаемости и проективного покрытия.



Рис. 2. Определение видового состава и проективного покрытия травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов на гари 15-летней давности

Fig. 2. Determination of the species composition and projective cover of the grass-shrub and moss-lichen layers in the burnt area 15 years ago



Рис. 3. Полное отсутствие растительности на оголенных участках каменных плит, спустя 15 лет после пожара

Fig. 3. The complete absence of vegetation on the bare areas of stone slabs, 15 years after the fire

С учетом величины установленного коэффициента ряд доминирования растений в составе ЖНП по степени убывания будет выглядеть следующим образом: политрихум можжевельниковый, лишайники, вереск, луговик извилистый, брусника, иван-чай и т. д.

Состав ЖНП по величине проективного покрытия следующий: политрихум можжевельный — 32 %, лишайники — 23, вереск — 22, брусника — 15, прочие — 8 %. Если эту формулу составить по значению коэффициента значимости вида, она несколько преобразуется по последовательности видов: политрихум можжевельный, лишайники, вереск, луговик, брусника. Из этого следует, что при изучении структуры ЖНП необходимо фиксировать не только величину встречаемости, но и проективное покрытие вида.

В ходе полевых работ было зафиксировано наличие скальных выходов. На этих обнажениях скальных пород, как правило, отсутствуют все компоненты лесного фитоценоза (рис. 3). Доля оголенных каменных плит на опытном объекте составила около 14 %. Установлено, что подобные участки формируются чаще на склонах разной крутизны и на крупных монолитах, с которых дождями и снегом в постоянном режиме смываются не только опавшие семена, но и органическое вещество.

Через 15 лет после пожара на гаях отмечается лишь начальный этап формирования почвы. Характерная особенность почвообразовательного процесса — приуроченность к выположенным локальным участкам и микропонижениям. Определенное количество органического вещества накапливается и в трещинах скальных пород по обнажениям. В таких трещинах в первую очередь накапливается органическое вещество, появляются мхи, а впоследствии — самосев древесных пород. Травяно-кустарничковая растительность в таких условиях отсутствует.

Выводы

Установлено, что спустя 15 лет после лесного пожара, на месте сгоревшего сосняка начинается формирование лесной экосистемы. Особенностью формирования полноценного лесного фитоценоза на гари является медленное накопление органического вещества. С этим связано и затянутое во времени развитие всех компонентов леса. В данных условиях на опытном участке в составе молодняков преобладают сосна и береза. Осина, ель, ольха серая представлены единичными особями. Общая численность подростов лесообразующих пород составляет более 4,5 тыс./га. Доля растений высотой более 3 м значительна — свыше 30 %. Особенностью структуры формирующегося фитоценоза является преобладание жизнеспособного подростка — более 61 % и наличие большого количества отпада в основном компоненте леса — около 28 %.

Подлесок представлен пятью видами — рябиной, ивой, можжевельником, жимолостью и иргой. Общая численность подлесочных пород —

350 экз./га. Особенностью виталитетной структуры подлеска является преобладание жизнеспособных растений высотой от 0,51 до 1,5 м. Это относится в первую очередь к рябине обыкновенной. В целом в составе подлеска доля отпада не велика — около 13 %.

Живой напочвенный покров формируется из 21 вида сосудистых растений, мхов и лишайников. По проективному покрытию преобладают лишайники, вереск, брусника и политрихум можжевельный. Особенность структуры травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов — доминирование небольшого количества видов и преобладание ксерофитных, олиготрофных и гелиофильных видов.

На опытном участке было выявлено значительное количество выходов скальных пород (около 14 %), на которых отсутствуют все компоненты лесного фитоценоза. Подобные локации формируются, как правило, на микросклонах различной крутизны и на крупных монолитах, с которых осадками смываются не только опавшие семена, но и органическое вещество.

Список литературы

- [1] Буряк Л.В., Лузганов А.Г., Каленская О.П. Влияние низовых пожаров на формирование светлохвойных насаждений юга Средней Сибири. Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2003. 195 с.
- [2] Клочихин А.Н. Потенциал предварительного возобновления в сосняках и вероятные типы формирования насаждений // Экологические проблемы Севера. Архангельск: [б. и.], 2001. С. 51–58.
- [3] Колесников Б.П., Санникова Н.С., Санников С.Н. Влияние низового пожара на структуру древостоя и возобновление древесных пород в сосняках черничнике и бруснично-черничном // Горение и пожары в лесу. Красноярск: Изд-во Ин-та леса и древесины СО АН СССР, 1973. С. 301–321.
- [4] Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес. М.; Л.: Изд-во и фототиполитограф. Гос. лесотехн. изд-ва, 1948. 126 с.
- [5] McCarthy N., Bentsen N.S., Willoughby I., Balandier P. The state of forest vegetation management in Europe in the 21st century // Eur J. Forest Res., 2011, v. 130, pp. 7–16. DOI:10.1007/s10342-010-0429-5
- [6] Nilsson U., Allen H.L. Short- and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine // Forest Ecology and Management, 2003, no. 1, pp. 367–377.
- [7] Phan Thi My Lan, Nguen Xuan Cuong. Study on sam factors influencing the rate of initiation, proliferation and maturation of embryogenic tissues in *Pinus merkusii* Jung at de Vrise in vitro // Tap chi khoa hoc Lam Nghiep, 2014, sq 4, tr. 3491–3498.
- [8] Грязькин А.В., Беляева Н.В., Кази И.А., Ефимов А.В., Сырников И.А. Особенности роста подростка сосны под пологом древостоев на сухих бедных почвах // Research Science (Banská Bystrica), 2019, № 8. С. 3–6.
- [9] Лежнев Д.В., Глазунов Ю.Б., Коротков С.А., Андреев Г.А. Динамика сосняков сложных в условиях ближнего Подмосковья // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде: Матер. XVII Междунар. науч. экол. конф., Белгород, 22–24 ноября 2022 г. / под

- ред. Ю.А. Присного. Белгород: Изд-во Белгородского гос. нац. исследовательского ун-та, 2022. С. 102–105.
- [10] Hille M.G., den Ouden, J. Fuel load, humus consumption and humus moisture dynamics in Central European Scots pine stands // *International J. of Wildland Fire*, 2005, v. 14, no. 2, pp. 153–159.
- [11] Kasischke E.S., Christensen N.L., Stocks B.J. Fire, global warming, and the carbon balance of boreal forests // *Ecological Applications*, 1995, no. 5(2), pp. 437–451.
- [12] Коновалова И.С., Коновалов Д.Ю. Эколого-ценотическая активность видов среднетаежной флоры // *ИзВУЗ Лесной журнал*, 2022. № 6. С. 94–106.
- [13] Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной / под ред. С.А. Мамаева. М.: Наука, 1992. 263 с.
- [14] Санников С.Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье // *Горение и пожары в лесу*. Красноярск: Изд-во Ин-та леса и древесины СО АН СССР, 1973. С. 236–277.
- [15] Санникова Н.С. Экологическая роль пожаров в сосновых лесах // *Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале*. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1981. С. 49–54.
- [16] Буряк Л.В., Каленская О.П. Влияние пожаров на формирование насаждений Нижнего Приангарья. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2020. 140 с.
- [17] Гаврилова О.И., Колганов Е.С., Пак К.А. Оценка успешности самовозобновления сосны на гари // *Лесотехнический журнал*, 2020. Т. 10. № 4 (40). С. 142–149.
- [18] Санникова Н.С., Санников С.Н., Кочубей А.А., Петрова И.В. Естественное возобновление сосны на гари в лесостепи Западной Сибири // *Сибирский лесной журнал*, 2019. № 5. С. 22–29. DOI: 10.15372/SJFS20190503
- [19] Санникова Н.С., Санников С.Н., Кочубей А.А., Петрова И.В. Естественное возобновление сосны на гари в лесостепи Западной Сибири // *Сибирский лесной журнал*, 2019. № 5. С. 22–29
- [20] Kukavskaya E.A., Soja A.J., Petkov A.P., Ponomarev E.I., Ivanova G.A., Conard S.G. Fire emissions estimates in Siberia: Evaluation of uncertainties in area burned, land cover, and fuel consumption // *Canadian J. of Forest Research*, 2013, v. 43, no. 5, pp. 493–506. DOI: 10.1139/cjfr-2012-0367
- [21] Weber M.G., Flannigan M.D. Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate impact on fire regimes // *Environmental Review*, 1997, no. 5, pp. 145–166.
- [22] Hannerz M.I.B., Almqvist C., Hörnfeldt R. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden // *Silva Fennica*, 2002, v. 36 (4), pp. 757–765.
- [23] Le Canh Nam, Liru The Trung, Bui The Hoang, Luon Van Dung, va Pham Xuan Nguen. The forest structure and ecological characteristics of *Pinus dalatensis* de Ferre in Bidoup Nui Ba national Park, Lam Dong province // *Tap chi khoa hoc Lam Nghiep*, 2016, sq 2, tr. 4315–4325.
- [24] Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесная пром-сть, 1984. 168 с.

Сведения об авторах

Грязькин Анатолий Васильевич✉ — д-р биол. наук, профессор кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», lesovod@bk.ru

Гаврилова Ольга Ивановна — д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии и организации лесного комплекса ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», ogavril@mail.ru

Чэн Тун — аспирант кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», tongc9199@gmail.com

Семенова Екатерина Игоревна — аспирант кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», ekaterinasemyonova@bk.ru

Поступила в редакцию 26.12.2022.

Одобрено после рецензирования 21.03.2023.

Принята к публикации 28.03.2023.

STRUCTURAL FEATURES OF FOREST PHYTOCOENOSIS FORMED ON ROCK PLANTS AFTER A FIRE

A.V. Gryazkin^{1✉}, O.I. Gavrilova², Tong Cheng¹, E.M. Semenova¹

¹Saint-Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, 5, letter U, Institutsky lane, 194021, St. Petersburg,

²Petrozavodsk State University, 33, Lenin av., Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

lesovod@bk.ru

It has been established that, depending on the forest-forming species and growing conditions, the restoration of the forest ecosystem in the burnt area is extended for a long period. A feature of the formation of a full-fledged forest phytocoenosis after the forest fire is the delayed accumulation of organic matter. This is also connected with the time-delayed development of all components of the forest. Under these conditions, 15 years after the fire, young trees with a predominance of pine and birch were formed on the site of the burnt pine forest. The undergrowth of aspen, spruce and gray alder is represented by single individuals. The total amount of undergrowth of natural origin reaches 4.5 thousand trees /ha. The undergrowth with a height of more than 2 m prevails. The undergrowth includes five types of shrub species such as mountain ash, willow, juniper, honeysuckle and juneberry. The total number of understory species is 350 trees/ha. More than 21 plant species have been identified as part of the living ground cover. The occurrence of lichens, heather, polytrichum juniperus, hairy oja, willow-tea and meandering meadow grass is more than 50 %. Lichens, heather, lingonberry and polytrichum juniperus predominate in the protective coating. The composition of the herbage is polytrichum juniperus — 32 %, lichens — 23 %, heather — 22 %, lingonberries — 15 %, others — 8 %. The purpose of the research is to identify the features of the forest ecosystem regeneration after the forest fire after the burnt lichen pine. The object of research was a 15-year-old young forest after the forest fire in the territory of the Prionezhsky forestry of the Republic of Karelia.

Keywords: burned area, post-pyrogenic successions, forest components, young generation of trees, undergrowth, living ground cover

Suggested citation: Gryaz'kin A.V., Gavrilova O.I., Cheng Tong, Semenova E.A. *Strukturnye osobennosti lesnykh fitosenozov formiruyushchikhsya na skal'nikakh posle pozhara* [Structural features of forest phytocoenosis formed on rock plants after a fire]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 3, pp. 18–25.


DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-18-25

References

- [1] Buryak L.V., Luzganov A.G., Kalenskaya O.P. *Vliyanie nizovykh pozharov na formirovanie svetlokhvoynnykh nasazhdeniy yuga Sredney Sibiri* [Influence of ground fires on the formation of light coniferous plantations in the south of Central Siberia]. Krasnoyarsk: SibGTU, 2003, 195 p.
- [2] Klochikhin A.N. *Potentsial predvaritel'nogo vozobnovleniya v sosnyakakh i veroyatnye tipy formirovaniya nasazhdeniy* [Potential of preliminary regeneration in pine forests and probable types of plantation formation]. *Ekologicheskie problemy Severa* [Ecological problems of the North]. Arkhangelsk, 2001, pp. 51–58.
- [3] Kolesnikov B.P., Sannikova N.S., Sannikov S.N. *Vliyanie nizovogo pozhara na strukturu drevostoya i vozobnovlenie drevesnykh porod v sosnyakakh chernichnike i brusnichno-chernichnom* [The influence of ground fire on the structure of the forest stand and the renewal of tree species in blueberry and lingonberry-bilberry pine forests]. *Gorenie i pozhary v lesu* [Burning and fires in the forest]. Krasnoyarsk: Institute of Forest and Wood SO AN SSSR, 1973, pp. 301–321.
- [4] Melekhov I.S. *Vliyanie pozharov na les* [The impact of fires on the forest]. Moscow-Leningrad: Publishing house and photo-type printing press State Forest Engineering publishing house, 1948, 126 p.
- [5] McCarthy N., Bentsen N.S., Willoughby I., Balandier P. The state of forest vegetation management in Europe in the 21st century. *Eur J. Forest Res.*, 2011, v. 130, pp. 7–16. DOI:10.1007/s10342-010-0429-5
- [6] Nilsson U., Allen H.L. Short- and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. *Forest Ecology and Management*, 2003, no. 1, pp. 367–377.
- [7] Phan Thi My Lan, Nguen Xuan Cuong. Study on sam factors influencing the rate of initiation, proliferation and maturation of embryogenic tissues in *Pinus merkusii* Jung at de Vrise in vitro. *Tap chi khoa hoc Lam Nghiep*, 2014, sq 4, tr. 3491–3498.
- [8] Gryaz'kin A.V., Belyaeva N.V., Kazi I.A., Efimov A.V., Symikov I.A. *Osobennosti rosta podrosta sosny pod pologom drevostoev na sukhikh bednykh pochvakh* [Features of the growth of pine undergrowth under the canopy of forest stands on dry poor soils]. *Research Science (Banská Bystrica)* [Research Science (Banská Bystrica)], 2019, no. 8, pp. 3–6.
- [9] Lezhnev D.V., Glazunov Yu.B., Korotkov S.A., Andreev G.A. *Dinamika sosnyakov slozhnykh v usloviyakh blizhnego Podmoskov'ya* [Dynamics of complex pine forests in the conditions of the near Moscow region]. *Organizmy, populyatsii i soobshchestva v transformiruyushcheysya srede: mater. XVII Mezhdunarodnoy nauchnoy ekologicheskoy konferentsii, Belgorod, 22–24 noyabrya 2022 g.* [Organisms, populations and communities in a transforming environment: mater. XVII International Scientific Ecological Conference, Belgorod, November 22–24, 2022]. Ed. Yu.A. Prisny. Belgorod: Belgorod State National Research University, 2022, pp. 102–105.
- [10] Hille M.G., den Ouden, J. Fuel load, humus consumption and humus moisture dynamics in Central European Scots pine stands. *International J. of Wildland Fire*, 2005, v. 14, no. 2, pp. 153–159.
- [11] Kasishcke E.S., Christensen N.L., Stocks B.J. Fire, global warming, and the carbon balance of boreal forests. *Ecological Applications*, 1995, no. 5(2), pp. 437–451.
- [12] Konovalova I.S., Konovalov D.Yu. *Ekologo-tsenoticheskaya aktivnost' vidov srednetaezhnoy flory* [Ecological and cenotic activity of species of the middle taiga flora]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2022, no. 6, pp. 94–106.

- [13] Sannikov S.N. *Ekologiya i geografiya estestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovnoy* [Ecology and geography of natural renewal of Scotch pine]. Ed. S.A. Mamaev. Moscow: Nauka, 1992, 263 p.
- [14] Sannikov S.N. *Lesnye pozhary kak evolyutsionno-ekologicheskii faktor vozobnovleniya populyatsiy sosny v Zaural'e* [Forest fires as an evolutionary-ecological factor in the renewal of pine populations in the Trans-Urals]. Gorenje i pozhary v lesu [Burning and fires in the forest]. Krasnoyarsk: Institute of Forest and Wood SO AN SSSR, 1973, pp. 236–277.
- [15] Sannikova N.S. *Ekologicheskaya rol' pozharov v sosnovykh lesakh* [Ecological role of fires in pine forests]. Rol' ekologicheskikh faktorov v lesoobrazovatel'nom protsesse na Urale [The role of environmental factors in the forest formation process in the Urals]. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1981, pp. 49–54.
- [16] Buryak L.V., Kalenskaya O.P. *Vliyaniye pozharov na formirovaniye nasazhdeniy Nizhnego Priangar'ya* [Influence of fires on the formation of plantations in the Lower Angara region]. Pushkino: VNIILM, 2020, 140 p.
- [17] Gavrilova O.I., Kolganov E.S., Pak K.A. *Otsenka uspekhnosti samovozobnovleniya sosny na gari* [Evaluation of the success of self-renewal of pine trees in the burnt areas]. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forestry Engineering Journal], 2020, v. 10, no. 4 (40), pp. 142–149.
- [18] Sannikova N.S., Sannikov S.N., Kochubey A.A., Petrova I.V. *Estestvennoe vozobnovlenie sosny na garyakh v lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Natural regeneration of pine on burned areas in the forest-steppe of Western Siberia]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forest Journal], 2019, no. 5, pp. 22–29. DOI: 10.15372/SJFS20190503
- [19] Sannikova N.S., Sannikov S.N., Kochubey A.A., Petrova I.V. *Estestvennoe vozobnovlenie sosny na garyakh v lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Natural regeneration of pine on burned areas in the forest-steppe of Western Siberia]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forest Journal], 2019, no. 5, pp. 22–29
- [20] Kukavskaya E.A., Soja A.J., Petkov A.P., Ponomarev E.I., Ivanova G.A., Conard S.G. Fire emissions estimates in Siberia: Evaluation of uncertainties in area burned, land cover, and fuel consumption. *Canadian J. of Forest Research*, 2013, v. 43, no. 5, pp. 493–506. DOI: 10.1139/cjfr-2012-0367
- [21] Weber M.G., Flannigan M.D. Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate impact on fire regimes. *Environmental Review*, 1997, no. 5, pp. 145–166.
- [22] Hannerz M.I.V., Almqvist C., Hörnfeldt R. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden. *Silva Fennica*, 2002, v. 36 (4), pp. 757–765.
- [23] Le Canh Nam, Liru The Trung, Bui The Hoang, Luon Van Dung, va Pham Xuan Nguen. The forest structure and ecological characteristics of *Pinus dalatensis* de Ferre in Bidoup Nui Ba national Park, Lam Dong province. *Tap chi khoa hoc Lam Nghiep*, 2016, sq. 2, tr. 4315–4325.
- [24] Maslakov E.L. *Formirovaniye sosnovykh molodnyakov* [Formation of young pine forests]. Moscow: Lesnaya prom-st [Forestry], 1984, 168 p.

Authors' information

Gryaz'kin Anatoliy Vasil'evich  — Dr. Sci. (Biology), Professor, Saint-Petersburg State Forest Technical University, lesovod@bk.ru

Gavrilova Ol'ga Ivanovna — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Technology and Organization of the Forestry Complex of PetrSU, ogavril@mail.ru.

Cheng Tong — pg. of the Department of Forestry, St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, tongc9199@gmail.com

Semenova Ekaterina Igorevna — pg. of the Department of Forestry, St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, ekaterinasemyonova@bk.ru

Received 26.12.2022.

Approved after review 21.03.2023.

Accepted for publication 28.03.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest