

М.В. Ермакова

СТРУКТУРА ПОДРОСТА СОСНЫ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТОПАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Введение. Стратегией экологической безопасности Российской Федерации* определена принципиальная необходимость сохранения и возобновления биологического разнообразия живой природы в целях обеспечения жизненно важных потребностей общества.

Современное направление на восстановление лесной растительности естественным путем требует особого подхода к проблемам возобновления, формирования и произрастания лесов.

Процессы возобновления и формирования насаждений представляют собой этап образования и развития новой биогенетической системы. На вырубках и гарях, где существенно изменены лесорастительные условия и не сохранился предварительный подрост, процесс формирования нового насаждения фактически начинается с «нулевого цикла» – синегенезиса, наследуя при этом, элементы и формы организации старой системы. Таким образом, молодняки выступают как основополагающий период в формировании леса, на котором определяются дальнейшая структура древостоев и ранговый статус деревьев [Сукачев, 1972; Соловьев, 2001].

Несмотря на то, что начальному этапу лесовосстановительного процесса давно уделяется пристальное внимание [Санников, 1992; Беляева, Нойкина, 2008], сам процесс формирования структуры молодых насаждений не исследован, на наш взгляд, в достаточно полной мере. Прежде всего, это касается вопросов возрастной и пространственной структур формирующихся молодняков в различных лесорастительных условиях.

Интенсивность процессов естественного возобновления древесной растительности, как правило, увязывают с активным плодоношением источников обсеменения (урожайными годами). При этом следует отметить, что годы повышенной урожайности, например, сосны обыкновенной, повторяются с периодичностью в 5–7 лет. Связано это, прежде всего, с низ-

* Указ Президента РФ № 176 от 19.04.2017 г. «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г.».

кой реализацией посевного материала в естественных условиях [Денисов, 2004]. В то же время практический опыт показывает, что процессы естественного возобновления продолжаются даже в неурожайные годы. По всей видимости, возрастная структура естественного возобновления определяется сочетанием множества компонентов, включая лесорастительные условия, периодичность интенсивного семенения и т. д. Однако, на наш взгляд, до настоящего времени для выявления всего комплекса наиболее важных компонентов накоплено недостаточно данных о характере и закономерностях формирования возрастной структуры естественного возобновления в различных почвенно-климатических условиях.

Задачей наших исследований является изучение пространственной и возрастной структур молодняков сосны естественного происхождения для последующей разработки концепции временной динамики реализации естественного возобновления наиболее важных лесообразующих древесных видов таежной зоны Уральского региона. Разработка данной концепции позволит наиболее оптимально планировать методы и способы восстановления лесов Уральского региона.

Цель данного исследования – сравнительное изучение возрастной и пространственной структур молодняков сосны обыкновенной на гарях-вырубках и вырубках в условиях сосняка брусничникового (С бр.).

Методика исследования. Территория района исследования располагается в пределах таежной лесорастительной зоны Средне-Уральского лесорастительного района. По лесохозяйственной классификации район проведения исследования относится к Зауральской равнинной провинции южнотаежного лесорастительного округа [Колесников, 1974], которая, в частности, характеризуется оптимальными почвенно-климатическими условиями произрастания сосняков.

Площади, где проводилось исследование, находились в окружении сохранившегося сосняка брусничникового (С бр.) II класса бонитета. Состав насаждений, являющихся источниками обсеменения, 9С1Б.

Пробные площади (ПП) были заложены на участках гарей-вырубков (ПП 1-2) и вырубков (3-4) в соответствии с имеющимися требованиями [Побединский, 1966] и с максимально точным определением временных параметров исчезновения предшествующих насаждений. Пробные площади (ПП 1 и 3, ПП 2 и 4) закладывались в пределах двух отдельных участков, где одна часть участка представляла собой гарь-вырубку, а другая – вырубку.

Каждая ПП, в свою очередь, подразделялась на три отдельных учетных площади (ПУ): ПУ 1 – стена леса расположена с трех сторон; ПУ 2 – стена леса расположена с двух противоположных сторон; ПУ 3 – открытое место без непосредственного примыкания стены леса. В свою очередь, все ПУ разделялись на учетные площадки размером 2×2 м, на которых проводился сплошной пересчет. У всех деревьев измерялись диаметр на середине высоты ($D_{0,5H}$) и высота ($H_{ств}$).

У молодых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) тщательно подсчитывалось число годичных побегов от вершины до корневой шейки для определения возраста. Для уточнения размеров годичных приростов в нижней части ствола дополнительно изучались имеющиеся в данном районе экземпляры всходов молодых елей и сосен в возрасте 1–5 лет, что позволило определять возраст учтенных хвойных деревьев с точностью до 1–2 лет [Николаева, Савчук, 2005]. Год прекращения воздействия обозначался как t , сроки появления подроста – как $t + n$, где n обозначает, через какой срок произошло заселение того или иного экземпляра подроста ($t + 1$ – через год, $t + 2$ – через 2 года и т. д.).

Тип пространственной структуры оценивался с помощью индекса Фишера [Свалов, 1985; Беляева, Нойкина, 2008]:

$$I = \frac{\left(\sum_{x=0}^m X^2 n_x - N^2 n\right)n}{N(n-1)},$$

где X – 0, 1, 2..., m деревьев на учетной площадке; n_x – число учетных площадок с 1, 2..., m деревьями на площадке; n – общее количество учетных площадок; N – количество деревьев на площади учета.

При $I < 1,0$ – регулярный (случайный) тип размещения растений, при $I \approx 1,0$ – рассеянный (равномерный) тип, при $I > 1,0$ – групповой тип размещения деревьев.

Индекс I определяли как для всех деревьев на площади учета, так и по отдельным древесным видам.

Результаты исследования. Анализ полученных данных показал, что подрост сосны на гарях-вырубках, по сравнению с рубками, отличается значительно меньшей ($p \leq 0,05$) величиной диаметра на середине высоты ствола (табл. 1). При этом подрост на гарях-вырубках демонстрирует существенно более высокие ($p \leq 0,05$) темпы роста в высоту. Соответственно и показатели относительной высоты у подроста на гарях-вырубках были на 31,5–37,3% выше, чем у подроста на рубках.

Таблица 1

Биометрические показатели подроста сосны ($M \pm m$)**Biometric indicators of young growth of pine**

№ ПП	Показатель		
	$D_{0,5H}$, см	$H_{ств}$, см	$H_{ств}/D_{0,5H}$
Гари-вырубки			
1	$1,6 \pm 0,07$	$252,6 \pm 6,20$	$158,1 \pm 7,86$
2	$1,9 \pm 0,09$	$283,1 \pm 7,21$	$148,7 \pm 3,79$
Вырубки			
3	$2,2 \pm 0,11$	$219,3 \pm 9,90$	$99,2 \pm 2,72$
4	$2,2 \pm 0,11$	$206,7 \pm 9,57$	$101,9 \pm 3,99$

Примечание. M – среднее; m – ошибка среднего.

Высокие показатели относительной высоты свидетельствуют о том, что в молодняках на гарях-вырубках наблюдается несоразмерный, по сравнению с приростом по диаметру, рост деревьев по высоте. Связано это со значительно более высокой плотностью стояния подроста на гарях-вырубках, по сравнению с рубками (табл. 2), и, соответственно, с активной конкуренцией за лучшие условия освещения [Köseogly, Kara, 2019]. Как показывают имеющиеся сведения, это обусловлено интенсивным возобновлением сосны в условиях гарей, в том числе гарей-вырубок [Санников и др., 2019; Pausas et al., 2004].

Таблица 2

Густота подроста сосны на ПП**The density of stocking of young growth of pine on SA**

№ ПП	Количество деревьев, тыс. шт. на 1 га			
	В среднем на ПП	На ПУ		
		а	б	в
Вырубки-гари				
1	108,3	132,4	118,1	64,3
2	84,9	116,0	89,2	49,4
Вырубки				
3	12,8	19,8	11,3	6,3
4	14,4	22,5	12,8	7,9

Различия в густоте молодняков, прежде всего, на гарях-вырубках, вероятнее всего, объясняются специфическими особенностями ПП – интенсивностью прогорания подстилки, степенью минерализации почвы и т. д. [Жила и др., 2019].

Установлено, что большая часть возобновления сосны как на гарях-вырубках, так и на вырубках была сосредоточена в районах примыкания трех сторон леса. С уменьшением источников обсеменения (примыкание двух сторон леса) густота подроста заметно снижалась. В свою очередь, на открытых участках на всех ПП численность подроста была наименьшей.

Подрост сосны демонстрирует (табл. 3) регулярный (случайный) с переходом к рассеянному (равномерному) тип размещения на ПП 1 и 2 (гарь-вырубка) и высокую сгруппированность на вырубках ПП 3 и 4.

Подобный характер размещения деревьев можно объяснить специфическими особенностями состояния площадей, где происходило возобновление сосны [Ильичев и др., 2009; Ильичев, 2017]. На гарях-вырубках, особенно в первые годы после пожара, практически отсутствует конкуренция со стороны живого напочвенного покрова (ЖНП), что позволяет семенам равномерно рассеиваться на большей части площади. На вырубках конкуренция со стороны ЖНП присутствует с самого начала, что обуславливает заселение сосны на отдельных участках.

Таблица 3

Характер размещения и индекс рассеяния деревьев на ПП

Pattern of placement and tree scattering index on SA

№ ПП	№ ПУ	Доля учетных площадок, %, с количеством деревьев, экз.					Индекс рассеяния I
		0	1	2	3	4 и более	
1	а	0,0	21,1	26,3	26,3	26,3	0,49
	б	0,0	18,8	25,0	31,2	25,0	0,33
	в	0,0	12,5	37,5	18,8	31,2	0,61
2	а	0,0	31,2	25,0	18,8	25,0	0,73
	б	0,0	31,2	25,0	31,3	12,5	0,75
	в	6,3	31,2	25,0	25,0	12,5	1,03
3	а	12,5	31,2	18,8	25,0	12,5	1,23
	б	18,7	25,0	25,0	18,8	12,5	1,56
	в	18,7	18,8	31,2	18,8	12,5	1,55
4	а	25,0	18,8	31,2	18,8	6,2	1,87
	б	25,0	25,0	18,8	25,0	6,2	1,72
	в	18,8	31,2	31,2	18,8	0,0	1,67

Помимо этого, существенную роль в формировании типа размещения деревьев, по всей видимости, играет фактор формирования возрастной структуры молодняков, обусловленный как наличием семенного материала, так и эффективностью его реализации. Принято считать, что интенсивность возобновления связана с интенсивностью семеношения деревьев-обсеменителей [Жила и др., 2019; Керг, 2000]. Однако, как видно из рис. 1, возрастная структура подроста на ПП носит различный характер, хотя источники обсеменения для ПП были идентичными. На гарях-вырубках (ПП 1 и 2) основная часть деревьев относилась к возобновлению, появившемуся на 2–3-й год после пожаров и последующей вырубке. Возобновление, появившееся как на следующий год, так и на 4–5-й год после удаления древостоя, было незначительным. На 6-й год после пожара и вырубке возобновление полностью прекратилось.

На вырубках основная часть деревьев относилась к возобновлению, появившемуся на 4–5-й год после вырубке. Однако, хотя и в значительно меньшей степени, возобновление сосны на вырубках имело место и в последующие годы. Следует отметить, что примерно такие сроки появления основной части возобновления на гарях-вырубках и вырубках отмечались и другими исследователями [Санников и др., 2019].

По всей видимости, на гарях вырубках на 2–3-й год после прекращения воздействия складываются наиболее оптимальные условия для процесса возобновления с высокой степенью реализации посевного материала. На вырубках такие условия сказываются на 1–2 года позже.

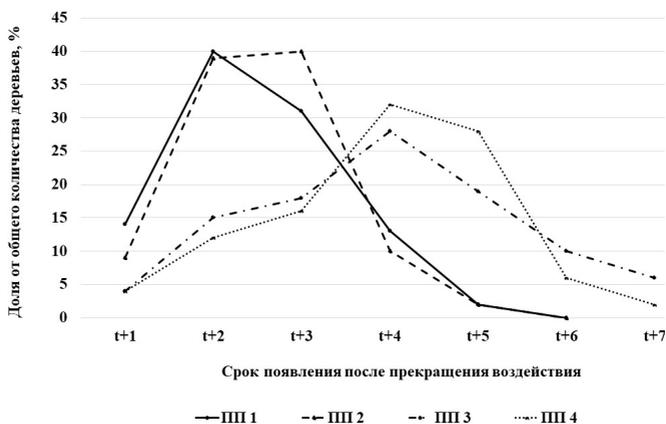


Рис. 1. Возрастная структура подроста сосны на ПП
 Fig. 1. The age structure of young growth of pine on SA

Проведенные исследования возрастной структуры подроста на гарях-вырубках и вырубках подтверждают ранее полученные нами данные по возрастной структуре подроста сосны для условий постагарных фитоценозов [Ермакова, 2020].

Динамика возрастной структуры подроста на гарях-вырубках и вырубках хорошо описывается с помощью полиномиальных уравнений (табл. 4).

Таблица 4

Уравнения изменения возрастной структуры подроста сосны на ПП
The equations of age structure change of young growth of pine on SA

№ ПП	Уравнение	R^2
Гари-вырубki		
1	$y = 0,2917x^4 + 7,1759x^3 - 55,431x^2 - 153,39x - 96,333$	0,9628
2	$y = -0,5x^4 + 9,4815x^3 - 62,056x^2 + 153,3x - 86,333$	0,9980
Вырубki		
3	$y = 0,1125x^5 - 2,0227x^4 + 13,218x^3 - 40,667x^2 + 66,23x - 32,714$	0,9455
4	$y = 0,3417x^5 + 6,3485x^4 + 42,701x^3 - 129x^2 + 180,11x - 83,714$	0,9913

Примечание. R^2 – величина достоверности аппроксимации.

Как видно из данных табл. 4, закономерность изменения возрастной структуры подроста для гарей-вырубок на обеих ПП хорошо аппроксимируется полиномиальным уравнением 4-го порядка, а на вырубках 5-го порядка такие различия также отражают существенную разницу в динамике восстановления сосны в указанных условиях.

Подавление последующего возобновления сосны на гарях-вырубках и вырубках вызвано, по всей видимости, разными причинами. На гарях-вырубках вследствие интенсивного возобновления в оптимальный период (на 2–3-й год



Рис. 2. Подрост сосны на гари-вырубке
 Fig. 2. The young growth of pine on slash-cutover and cutover

после прекращения воздействия) образуется молодняк с очень высокой плотностью заселения (рис. 2). Густота стояния деревьев в молодняках на гарях-вырубках, кроме того, препятствует как развитию живого напочвенного покрова (ЖНП), так и появлению последующего возобновления.

На вырубках по прошествии 4–5 лет (после прекращения воздействия) происходит интенсивное развитие ЖНП, являющегося препятствием появлению последующего возобновления. В свою очередь, конкуренция с ЖНП на вырубках в значительной степени объясняет усиленный рост деревьев в высоту, что также отражается в высоких показателях относительной высоты.

Выводы. Исследование состояния возобновления на гарях-вырубках и вырубках Среднего Урала показало, что процесс естественного возобновления сосны носит относительно кратковременный характер, обусловленный сочетанием лесорастительных условий и эффективности реализации имеющегося семенного материала. Процесс заселения древесных видов на гарях-вырубках определяет формирование молодняков с регулярным (случайным) типом размещения деревьев, очень высокой густотой стояния и высокой внутривидовой конкуренцией. На вырубках формируется групповой тип размещения деревьев с высокой конкуренцией с живым напочвенным покровом. Процесс успешного возобновления как на гарях-вырубках, так и на вырубках, носит кратковременный характер. Основная часть подроста на гарях-вырубках формируется начиная со второго, а на вырубках – с пятого года после прекращения негативного воздействия. Продолжительность наиболее продуктивного периода возобновления как на гарях-вырубках, так и на вырубках, составляет 2–3 года.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

Библиографический список

Беляева Н.В., Нойкина А.М. Успешность естественного возобновления сосны на вырубках в зависимости от типа леса // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2008. № 21. С. 6–13.

Денисов С.А. Лесоведение: Естественное возобновление леса: учеб. пособие. Йошкар Ола: МарГТУ, 2004. 66 с.

Ермакова М.В. Динамика естественного возобновления ели и сосны на заброшенных сенокосах // Лесотехнический журнал. 2000. № 2. С. 35–46. DOI: 10.34220/issn.2222+7962/2020.2/4

Жила С.В., Иванова Г.А., Иванов В.А., Цветков П.А. Лесовозобновление после пожаров разной интенсивности в сосняках Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2019. № 6. С. 53–62. DOI: 10.15372/SJFS20190606

Ильичев Ю.Н. Оценка естественного возобновления хвойных пород на минерализованных и естественных участках вырубках на гарях // Интерэкспо. Гео-Сибирь, 2016. Т. 3, № 3. С. 161–165.

Ильичев Ю.Н., Бушков Н.Т., Тараканов В.В. Лесовозобновление на вырубках по гарям Приобских боров лесостепной зоны. Новосибирск: Наука, 2009. 257 с.

Колесников Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. рук. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 176 с.

Николаева С.А., Савчук Д.А. Комплексный подход и методика реконструкции роста и развития деревьев в лесных сообществах // Вестник ТГУ. Биология. 2005. № 2(6). С. 111–125.

Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.

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

Санников С.Н., Санникова Н.С., Кочубей А.А., Петрова И.В. Естественное возобновление сосны на гарях в лесостепи Западной Сибири // Сибирский лесной журнал. 2019. № 5. С. 22–29. DOI: 10.15372/SJFS20190503

Свалов С.Н. Применение статистических методов в лесоводстве // Лесоведение и лесоводство. 1985. Т. 4. С. 1–164.

Соловьев В.М. Морфология насаждений. Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. академия, 2001. 155 с.

Сукачев В.Н. Избранные труды. Основы лесной типологии. Л.: Наука, 1972. Т.1. 418 с.

Kerr G. Natural regeneration of Corsican pine (*Pinus nigra* subsp. *lacio*) in Great Britain // International journal of forest research. Vol. 73, is. 5. P. 479–488. DOI: 10.1093/forestry/735.479

Kösogly E., Kara F. Comparison of the influence of some stand structural parameters on black pine seedlings density and growth // Turkish journal of forestry [Türkiye ormancılık dergisi]. 2019. 20(4). P. 305–311. DOI: 10.18182/tif.621550

Pausas J.G., Riberio E., Vallejo R. Post-fire regeneration of *Pinus halepensis* in the Eastern Iberian Peninsula // Forest ecology and Management. 2004. 203. H. 251–259. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.07.061

References

Beljaeva N.V., Nojkina A.M. Uspeshnost' estestvennogo vozobnovlenija sosny na vyrubkakh v zavisimosti ot tipa lesa [Success of natural renewal of pine in felling depending on the type of forest]. Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa, 2008, is. 21, pp. 6–13. (In Russ.)

Denisov S.A. Lesovedenie: Estestvennoe vozobnovlenie lesa. Uchebnoe posobie [Forestry: Natural forest renewal. Study aid]. Joshkar Ola, MarGTU, 2004. 66 p. (In Russ.)

Ermakova M.V. Dinamika estestvennogo vozobnovlenija sosny i eli na zabroshennyh senokosah [Dynamics of natural spruce and pine regeneration on abandoned hayfields]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2020, is. 2, pp. 35–46. (in Russ.). DOI: 10.34220/issn.2222+7962/2020.2/4

Zhila S.V., Ivanova G.A., Ivanov V.A., Cvetkov P.A. Lesovozobnovlenie posle požarov raznoj intensivnosti v sosnjakah Srednej Sibiri [Reforestation after fires of different intensity in the pines of Central Siberia]. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2009, is. 6, pp. 53–62. (In Russ.) DOI: 10.15372/SJFS20190606

Il'ichev Ju.N. Ocenka estestvennogo vozobnovlenija hvoynyh porod na mineralizovannyh i estestvennyh uchastkah vyrubok na garjah [Assessment of natural resurgence of conifers in mineralized and natural areas of cutting on gari]. *Interjekspo. GeoSibir'*. 2016, vol. 3, is. 3, pp. 161–165.

Il'ichev Ju.N., Bushkov N.T., Tarakanov V.V. Lesovozobnovlenie na vyrubkah po garjam Priobskih borov lesostepnoj zony [Reforestation on felling along the edges of the Priobsky boards of the forest-steppe zone]. Novosibirsk: Nauka, 2009. 257 p.

Kolesnikov B.P. Lesorastitel'nye uslovija i tipy lesov Sverdlovskoj oblasti. Prakticheskoe rukovodstvo [Forest conditions and types of forests of the Sverdlovsk region. Practical Guide]. Sverdlovsk, UNC AN SSSR, 1974. 176 p.

Nikolaeva S.A., Savchuk D.A. Kompleksnyj podhod i metodika rekonstrukcii rosta i razvitija derev'ev v lesnyh soobshhestvah [Integrated approach and methodology for reconstruction of tree growth and development in forest communities]. *Vestnik TGU, Biologija*, 2005, is. 2(6), pp. 111–125. (In Russ.)

Pobedinskij A.V. Izuchenie lesovosstanovitel'nyh processov [Study of reforestation processes]. M.: Nauka, 1966. 64 p.

Sannikov S.N. Jekologija i geografija estestvennogo vozobnovlenija sosny obyknovnoj [Ecology and geography of natural renewal of Scotch pine]. M.: Nauka, 1992. 264 p.

Sannikov S.N., Sannikova N.S., Kochubej A.A., Petrova I.V. Estestvennoe vozobnovlenie sosny na garjah v lesostepi Zapadnoj Sibiri [Natural renewal of pine on gari in the forest-steppe of Western Siberia]. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2019, is. 5, pp. 22–29. DOI: 10.15372/SJFS20190503. (In Russ.)

Svalov S.N. Primenenie statisticheskikh metodov v lesovodstve [Application of statistical methods in forestry]. *Lesovedenie i lesovodstvo*, 1985, vol. 4, pp. 1–164.

Solov'ev V.M. Morfologija nasazhdenij [Morphology of plantations]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekh. Akademija, 2001. 155 p.

Sukachev V.N. Izbrannye trudy. Osnovy lesnoj tipologii [Selected works. Fundamentals of forest typology]. L.: Nauka, 1972, vol. 1. 418 p.

Kerr G. Natural regeneration of Corsican pine (*Pinus nigra* subsp. *lacio*) in Great Britain. *International journal of forest research*, vol. 73, is. 5, pp. 479–488. DOI: 10.1093/forestry/735.479

Kösogly E., Kara F. Comparison of the influence of some stand structural parameters on black pine seedlings density and growth. *Turkish journal of forestry [Türkiye ormancılık dergisi]*, 2019, 20(4), pp. 305–311. DOI: 10.18182/tif.621550

Pausas J.G., Ribério E., Vallejo R. Post-fire regeneration of *Pinus halepensis* in the Eastern Iberian Peninsula, *Forest ecology and Management*, 2004, 203. Н. 251–259. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.07.061

Материал поступил в редакцию 22.12.2020

Ермакова М.В. Структура подроста сосны в различных экотопах Среднего Урала // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 234. С. 53–64. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.234.53-64

Рассмотрены результаты исследования пространственной и возрастной структуры подроста сосны на горях-вырубках и вырубках сосняка брусничникового Среднего Урала. Показано, что подрост сосны на горях-вырубках, по сравнению с вырубками, отличается значительно меньшей величиной диаметра на середине высоты ствола, но отличается существенно более высокими темпами роста в высоту. Относительная высота у подроста на горях-вырубках на 31,5–37,3% выше, чем у подроста на вырубках. Связано это со значительно более высокой густотой подроста на горях-вырубках, по сравнению с вырубками. Установлено, что большая часть возобновления сосны как на горях-вырубках, так и на вырубках, была сосредоточена в районах примыкания трех сторон леса. С уменьшением источников обсеменения (примыкание двух сторон леса) густота подроста заметно снижалась. В свою очередь, на открытых участках на горях-вырубках и вырубках численность подроста была наименьшей. Подрост сосны отличается регулярным (случайным) с переходом к рассеянному (равномерному) типом размещения на горях-вырубках. На вырубках основной тип размещения – групповой. На горях-вырубках основная часть деревьев относилась к возобновлению, появившемуся на 2–3-й год после пожаров и последующей вырубке. Возобновление, появившееся как на следующий год, так и на 4–5-й год после удаления древостоя, было незначительным. На 6-й год после пожара и вырубке возобновление полностью прекратилось. На вырубках основная часть деревьев относилась к возобновлению, появившемуся на 4–5-й год после вырубке. Однако, хотя и в значительно меньшей степени, возобновление сосны на вырубках имело место и в последующие годы. Закономерность изменения возрастной структуры подроста для гарей-вырубок хорошо аппроксимируется полиномиальным уравнением 4-го порядка, а на вырубках – 5-го порядка.

Ключевые слова: сосна, подрост, гари-вырубки, вырубки, структура

Ermakova M.V. Structure of young growth of pine in various ecotopes of the Trans-Urals region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoi Akademii*, 2021, is. 234, pp. 53–64 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2021.234.53-64

The results of study of spatial and age structure of pine on slash-cutover and cutover of young growth of pine of cowberry-shrub pine forest of the Trans-Urals region are considered. It has been shown that the undergrowth of pine on slash-cutover in comparison with cutting differs by a significantly smaller diameter at the middle of the trunk height, but differs by a significantly higher growth rate in height. The relative height of the undergrowth on the slash-cutover was 31.5–37.3% higher than that of the undergrowth on the cutover. This is due to the significantly higher density of undergrowth on slash-cutover compared to cutover. It has been established that most of the resumption as pine on both slash-cutover and cutover was concentrated in the areas adjacent to three sides of the forest. With a decrease in sources of insemination (adjoining two sides of the forest), the density of undergrowth decreased markedly. In turn, in open areas on slash-cutover and cutover, the number of undergrowth was the smallest. The young growth of pine is characterized by a regular (random) with a transition to a scattered (uniform) type of placement on the slash-cutovers. In cutovers, the main placement type is group. On slash-cutovers, the main part of the trees belonged to the resumption, which appeared for 2–3 years after fires and subsequent felling. The resumption, which appeared both for the next year and for 4–5 years after the removal of the woodland, was insignificant. For 6-year after the fire and felling, the resumption completely ceased. On cutovers, the main part of the trees belonged to the resumption, which appeared for 4–5 years after felling. However, although to a much lesser extent, the resumption of pine on the cutovers, took place in subsequent years. The pattern of change in the age structure of undergrowth for cut-offs is well approximated by the polynomial equation of the 4th order, and on the cut-offs of the 5th order.

Key words: pine, young growth, slash-cutover, cutover, structure

ЕРМАКОВА Мария Викторовна – старший научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской Академии наук, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN код 6184-2190

620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: M58_07@mail.ru

ERMAKOVA Maria V. – DSc (Agriculture), Senior Research Scientist, Institute Botanic Garden UB RAS. SPIN code 6184-2190.

620144. 8 Marta str. 202a. Ekaterinburg. Russia. E-mail: M58_07@mail.ru