

УДК 630*22

ФОРМИРОВАНИЕ СМЕШАННЫХ СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ СО ВТОРЫМ ЯРУСОМ ЕЛИ ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК УХОДА

Е. А. Сурина, Н. С. Минин

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства
163062, Архангельск, ул. Никитова, 13

E-mail: surina_ea@sevniilh-arh.ru, n.minin@sevniilh-arh.ru

Поступила в редакцию 24.05.2022 г

Исследовано формирование сосново-березовых древостоев со вторым ярусом ели (*Picea A. Dietr*) в северотаежном лесном районе Архангельской области (Северное участковое лесничество, Обозерское лесничество) под влиянием рубок ухода. Проанализирована динамика роста и формирования первого и второго ярусов в смешанных насаждениях, пройденных трехприемными рубками ухода. Установлено, что проводить первый прием рубок ухода в сосново-березовых насаждениях в конце II класса возраста необоснованно поздно. В первом ярусе древостоя ожидаемая лесоводственная эффективность проявляется не в полной мере. Различия в таксационной характеристике сосновой части насаждений, пройденных рубками ухода, по сравнению с контролем, небольшие, хотя на формирование первого яруса были направлены первый и третий приемы рубок ухода. При этом значительное улучшение наблюдается по березе (*Betula L.*), диаметр которой увеличивается в 1,5 раза. В то же время, проведенные в насаждении приемы по уходу за лесом обеспечивают формирование елового яруса. В целом же как с лесоводственной, биологической, так и экономической точек зрения целесообразнее формирование древостоев рубками ухода в три приема. Первый прием следует проводить в 20 лет с оставлением густоты первого яруса 2 тыс. шт./га с участием сосны (*Pinus L.*) до 80 %. Во втором ярусе необходимо оставить исходное количество ели. Второй прием в возрасте 40 лет с оставлением в первом ярусе сосны и березы 1 тыс. шт./га, во втором ярусе – ели 2 тыс. шт./га. Древесину от рубок ухода можно реализовывать. Третий прием проводится в возрасте 60 лет с сохранением в первом ярусе сосны 0.5–0.6 тыс. шт./га, во втором ярусе – ели 1 тыс. шт./га. Доля участия сосны в составе регулируется в пределах 90 %.

Ключевые слова: смешанные сосняки, ель, рубки ухода, продуктивность.

DOI: 10.15372/SJFS20230203

ВВЕДЕНИЕ

По данным С. С. Зябченко (1984), в Карелии на сосновые леса с еловым подростом приходилось всего лишь 50 % от площади сосновых насаждений в средней подзоне, участие которых не превышало 60 %, а в северной – 36 %. В северотаежном лесном районе исследованиями таких насаждений занимался О. А. Неволин (1969; Неволин и др., 2008). Следует отметить, что большинство работ посвящено сосново-еловым древостоям, а сосново-березово-еловые насаждения на первых этапах формирования и вовсе изучены слабо. Наиболее трудно решаемыми в настоящее время остаются вопросы ве-

дения хозяйства, поскольку при естественном ходе развития неизбежна смена сосны (*Pinus L.*) на ель (*Picea A. Dietr*). Первостепенной задачей лесного хозяйства ставится воспроизводство хвойных лесов на вырубках и гарях. Известно, что возникновение и формирование смешанных сосняков со вторым ярусом ели происходит в результате хозяйственной деятельности (сплошные рубки в спелых и перестойных исконных древостоях, лесные пожары). Характерной особенностью формирования таких насаждений является участие в их составе березы (*Betula L.*). Ель поселяется практически одновременно с сосной и березой. В первые 30–40 лет почти вся ель растет очень медленно. Еловый ярус форми-

руется под пологом сосново-березового древостоя в 40–60 лет и даже позднее.

Рубки ухода, несомненно, могут повысить продуктивность лесов, что является основополагающим этапом в оптимизации смены породного состава. Кроме того, рубки ухода дают возможность вести лесное хозяйство в различных типах формированиях насаждений для выращивания древесной и зеленой массы, получения высоко-сортных пиломатериалов и строительных сортиментов как источника сырья для целлюлозно-бумажной промышленности, эффективности использования энергетических ресурсов и т. д. Эффективность использования вторичных лесных формаций может быть выше, чем коренных лесов (Чибисов и др., 2004).

Цель исследования – оценить целесообразность (нецелесообразность) проведения рубок ухода в сосново-березовых древостоях со вторым ярусом ели на объектах длительного мониторинга изучения их роста и состояния, расположенных в северотаежном лесном районе Европейской части Российской Федерации.

Для ее выполнения были поставлены следующие задачи:

1. Изучить особенности роста и состояния смешанных сосново-березовых насаждений со вторым ярусом ели, формирующихся под влиянием рубок ухода в северотаежном лесном районе Европейской части Российской Федерации.

2. Оценить влияние рубок ухода в сосново-березовых древостоях со вторым ярусом ели на объектах длительного мониторинга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 1974 г. для исследования были заложены постоянные пробные площади (ппп) в 40-летнем сосново-березовом насаждении черничного типа леса (ппп 7к (контроль), 5, 6), образовавшемся после пожара в северотаежном лесном районе (Обозерское лесничество в Архангельской области). В этом же году на ппп 5 проведен первый прием рубок ухода общей интенсивностью 31 % по запасу и 60 % по числу стволов, по березе, соответственно 60 и 80 %, на ппп 6 – 21 и 50 %, по березе – 28 и 50 %, а по сосне – 15 и 40 %. Применен метод равномерного разреживания верхнего яруса с отбором деревьев согласно хозяйственно-биологической классификации. Второй еловый ярус рубками не затрагивался.

Второй прием рубок ухода проведен через 12 лет в еловом ярусе с интенсивностью выборки по числу стволов около 80 %, через 4 года на ппп 5 проведен третий уход в первом ярусе с интенсивностью по запасу 20 % и на ппп 6 – 12 %.

Все пробные площади закладывались с соблюдением ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустойчивые. Методы закладки». Тип леса определялся по классификации В. Н. Сукачева, по нему же проводилось геоботаническое описание и на протяжении всех лет наблюдений – подробный учет деревьев на пробках по ступеням толщины, с разделением их на поколения (если насаждение разновозрастное), категории состояния. Для оценки восстановления проводили сплошной пересчет подроста на пробных площадях с разделением по жизненному состоянию (Чибисов, 1989; Чибисов и др., 2000; Чибисов, Нефедова, 2007; Чибисов, 2010; Захаров, 2011; Захаров, Наквасина, 2012).

Лесоводственно-таксационная характеристика насаждения через 5 лет после последнего (третьего) приема рубок ухода приведена в табл. 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследований в 2020 г. установлено, что с начала проведения рубок ухода в течение 46 лет на пробных площадях произошло перераспределение деревьев по всем категориям (подрост, тонкомер, древостой) при росте интенсивности пород по диаметру, естественного, искусственного отбора при формировании насаждения. Сосново-березовый ярус достиг 85-летнего возраста, но до сих пор происходят процессы дифференциации и естественного отбора. Особенно это наблюдается на контроле. Длительность восстановления естественного строения древостоя (яруса) зависит от интенсивности рубок (густоты), принципа отбора деревьев в рубку и количества оставляемых, возраста начала уходов и периодичности.

По данным табл. 1, с возраста начала проведения рубок ухода различия как по высоте, так и по диаметру у сосны и у березы в разных вариантах по рубкам ухода по сравнению с контролем сохранялись. Существенные изменения наблюдались в ппп 5, по результату первого приема сформирован верхний ярус. Высота сосны в вариантах с рубками ухода на 5 % (ппп 5) и соответственно на 4 % (ппп 6) выше, чем на контроле. Средний диаметр по вариантам выше на 15 %

Таблица 1. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев (возраст 61 год)

Ппп	Состав древостоя	Порода Густота, шт./га	Средние		Запас		Средний ежегодный прирост за 20 лет		
			диаметр, см	высота, м	по породам, м ³ /га	доля от общего запаса, %	по диаметру, см	по высоте, м	по запасу, м ³ /га
5	69С31Б	С 490	19.6	19.6	139	59.6	0.98	0.98	7.0
		Б 193	21.4	20.8	63	27.0	1.07	1.04	3.2
	100Е	Е 1173	8.6	8.0	31	13.3	0.43	0.4	1.6
6	66С34Б	С 700	17.8	19.5	188	64.6	0.89	0.98	9.4
		Б 527	15.7	18.2	83	28.5	0.79	0.91	4.2
	100Е	Е 989	7.8	6.6	20	6.8	0.39	0.33	1.0
7 к (контроль)	52С48Б	С 1028	17.1	18.7	199	48.8	0.86	0.94	10.0
		Б 1886	12.5	17.6	184	45.2	0.63	0.88	9.2
	100Е	Е 3314	5.2	5.3	24	5.8	0.26	0.27	1.2

Примечание. С – сосна; Е – ель; Б – береза.

(ппп 5) и 4 % по сравнению с контролем (ппп 6). По древостою березы в первом ярусе различия в этих таксационных показателях по сравнению с контролем более значительны, по средней высоте – на 18 % (ппп 5) и на 3 % (ппп 6), а по среднему диаметру – на 71 % (ппп 5) и 26 % (ппп 6). Показатели по среднему диаметру и по средней высоте ели в вариантах с рубками ухода значительно выше, чем на контроле. Запас древесины елового яруса на ппп 5 с рубками ухода выше, чем на контроле на 7.0 м³/га, а на ппп 6 – меньше на 4.0 м³/га.

Изменение густоты насаждений с возрастом представлено в табл. 2. Несмотря на то что на контрольной пробной площади наблюдается почти трехкратное превосходство по числу стволов на гектар, средний ежегодный прирост елового яруса по запасу ниже, чем в насаждениях, пройденных рубками ухода (табл. 3).

Средние таксационные показатели в смешанных сосново-березовых насаждениях со вторым ярусом ели, пройденных рубками ухода, выше, чем на контроле (табл. 3, 4). По величине средних диаметров и высот насаждений видно, что на ППП 5 с первого этапа проведения рубок ухода был сформирован первый ярус наиболее оптимальной с биологической точки зрения густоты.

В контрольном варианте (ппп 7к) число стволов сосны больше, чем в вариантах с рубками ухода в 1.4 раза (ппп 6) и 1.8 раз (ппп 5), средний объем дерева составляет 0.42 м³, а в вариантах с рубками ухода – 0.51 м³ (ппп 5) и 0.44 м³ (ппп 6). По березовому древостою средний объем дерева (ппп 7к) равен 0.17 м³, а в вариантах с рубками ухода – 0.55 м³ (ппп 5) и 0.31 м³ (ппп 6). Рубки ухода способствовали активному развитию елового яруса. Запас его на площадях с рубками ухода на 76 % (ппп 5) и 33 % (ппп 6) выше, чем на контроле, несмотря на трехкратное превосходство по числу стволов на контроле (ппп 7к).

Будущий древостой будет формироваться из подростка ели, поэтому важно знать особенности роста этого подростка на участках с рубками ухода и без них. С этой целью был проведен замер приростов на высоте разных категорий подростка за последние 5 лет. Статистические обработанные данные (табл. 5) показали, что абсолютные значения приростов по высоте в пределах категории за каждый год в варианте ппп 5 выше, чем в вариантах ппп 6 и 7к. При сравнительной оценке различных категорий подростка по значениям прироста установлено, что различия по этому признаку существенны за каждый год после 2020 г. в вариантах ппп 5 и 6, а также в вариантах ппп 5 и 7к (табл. 6). Таким образом,

Таблица 2. Изменение густоты насаждений с возрастом, шт./га

Ппп	Возраст, лет								
	39*	44*	48*	52	56	61	66*	75**	85
Сосна									
7 к (контроль)	2914	2714	1771	1514	1179	1028	1028	801	805
5	1200	1100	1050	1075	482	490	490	509	458
6	1875	1875	1625	1425	692	700	707	632	579
Береза									
7 к (контроль)	2971	2773	2600	2457	1974	1886	1886	1018	985
5	600	550	550	450	197	193	193	211	160
6	1275	1275	1200	1150	517	527	483	466	428
Ель									
7 к (контроль)	4086	4085	3657	3928	3231	3314	3343	3129	2940
5	2925	2650	2375	1600	1148	1173	1173	1280	1164
6	3550	3550	2925	1500	1000	989	1031	1173	1173

* АиЛиЛХ – Архангельский институт леса и лесохимии (в настоящее время Северный НИИ лесного хозяйства).

** Захаров, 2011; Захаров, Наквасина, 2012.

Таблица 3. Прирост по диаметру у сосны и у ели, % к контролю (числитель – сосна, знаменатель – ель)

Ппп	Прирост	Возраст, лет							
		44	48	52	56	61	66	75	85
5	По диаметру, см	$\frac{123}{122}$	$\frac{111}{137}$	$\frac{113}{176}$	$\frac{119}{149}$	$\frac{114}{165}$	$\frac{118}{173}$	$\frac{112}{172}$	$\frac{108}{169}$
	По высоте, м	$\frac{110}{123}$	$\frac{109}{123}$	$\frac{108}{182}$	$\frac{107}{161}$	$\frac{105}{151}$	$\frac{115}{181}$	$\frac{99}{145}$	$\frac{104}{200}$
6	По диаметру, см	$\frac{101}{97}$	$\frac{93}{103}$	$\frac{98}{136}$	$\frac{110}{138}$	$\frac{105}{150}$	$\frac{102}{149}$	$\frac{102}{153}$	$\frac{104}{169}$
	По высоте, м	$\frac{107}{97}$	$\frac{99}{97}$	$\frac{102}{130}$	$\frac{104}{148}$	$\frac{104}{125}$	$\frac{105}{135}$	$\frac{101}{128}$	$\frac{100}{168}$

Таблица 4. Динамика запасов рассматриваемых насаждений с возрастом, м³/га

Ппп	Возраст, лет								
	39	44	48	52	56	66	75	85	
Сосна									
7к (контроль)	123	155	160	147	174	240	286	339	
5	72	102	120	139	107	155	236	235	
6	74	110	121	135	128	188	248	260	
Береза									
7к (контроль)	65	89	110	125	154	184	148	171	
5	25	43	68	76	48	78	86	88	
6	47	60	74	89	68	100	125	132	
Ель									
7к (контроль)	8	14	14	20	18	24	35	39	
5	9	14	18	16	19	40	63	69	
6	8	10	8	16	13	24	41	52	

Таблица 5. Прирост по высоте различных категорий подроста ели, см ($M \pm m$)

Ппп	Категория	Год				
		2016	2017	2018	2019	2020
7к (контроль)	Крупный	6.1 ± 0.73	8.25 ± 0.96	7.41 ± 0.91	4.68 ± 0.48	10.0 ± 1.16
	Средний	2.81 ± 0.49	3.07 ± 0.34	3.14 ± 0.31	1.78 ± 0.23	2.58 ± 0.39
	Мелкий	2.5 ± 0.24	2.4 ± 0.26	2.52 ± 0.26	1.35 ± 0.24	1.22 ± 0.26
6	Крупный	8.97 ± 0.86	10.1 ± 1.19	7.35 ± 0.98	5.61 ± 1.07	10.0 ± 1.67
	Средний	4.32 ± 0.49	4.33 ± 0.42	4.0 ± 0.41	2.52 ± 0.49	3.28 ± 0.32
	Мелкий	2.24 ± 0.33	2.27 ± 0.38	2.29 ± 0.37	1.58 ± 0.18	1.83 ± 0.19
5	Крупный	15.3 ± 1.43	15.2 ± 1.9	12.7 ± 1.92	9.2 ± 1.06	18.2 ± 1.72
	Средний	8.69 ± 0.98	7.41 ± 0.6	6.86 ± 0.60	5.92 ± 0.75	8.27 ± 1.01
	Мелкий	4.33 ± 0.35	4.11 ± 0.41	4.23 ± 0.34	3.06 ± 0.40	3.42 ± 0.36

Примечание. Крупный подрост – от 1,51 м и $d_{1,3}$ до 6 см, средний – от 0,51 до 1,5 м, мелкий – до 0,50 м.

Таблица 6. Оценка различий приростов по высоте различных категорий подроста ели в вариантах опыта (табличный критерий Стьюдента при вероятности 95 % равен 2,1)

Категории подроста	Ппп	Год				
		2016	2017	2018	2019	2020
Крупный	5 и 6	3.8	2.3	2.5	2.4	3.4*
	7к и 5	5.7	3.3	2.5	5.2	3.9
	7к и 6	2.5	1.2	0.04	0.8	2.0
Средний	5 и 6	4.0	4.6	4.0	3.8	4.8
	7к и 5	5.4	6.2	5.5	5.3	5.2
	7к и 6	2.1	2.3	1.7	1.4	1.2
Мелкий	5 и 6	4.4	3.2	3.8	3.5	4.1
	7к и 5	4.3	3.6	4.1	3.7	5.0
	7к и 6	0.15	0.14	0.5	0.4	1.9

путем удаления при рубке ухода светолюбивых пород из первого яруса достигается ускоренное восстановление елового насаждения.

Наиболее четко изменение числа мелких и крупных деревьев сосны и ели на пробных площадях, пройденных рубками ухода, и на контроле представлено в табл. 7. На всех пробных пло-

Таблица 7. Распределение количества деревьев по диаметру на пробных площадях, пройденных рубками ухода и на контроле, %

Ппп	Сосна		Ель	
	Год (время после начала рубок ухода)			
	1997 (23 года)	2020 (46 лет)	1997 (23 года)	2020 (46 лет)
5	56.7	55.0	61.3	58.5
	43.3	45.0	38.7	41.5
6	52.5	51.4	75.4	64.2
	47.5	48.6	24.6	35.8
7к (контроль)	58.2	50.0	51.5	60.3
	41.8	50.0	48.5	39.7

Примечание. В числителе – количество деревьев мельче среднего дерева, в знаменателе – крупнее среднего.

щадях, пройденных рубками ухода, в сосновой части насаждения увеличение числа деревьев выше среднего – 1.13–8.17 %, тогда как число крупных деревьев елового яруса увеличилось на 3.38–11.16 %. На контрольной площади наблюдается обратная закономерность, поскольку произошло снижение числа крупных и увеличение числа мелких деревьев на 8.73 %.

Анализ динамики роста и формирования первого и второго ярусов в смешанном насаждении, пройденном трехприемными рубками ухода, показал, что проведение первого приема рубок ухода в сосново-березовых насаждениях в конце II класса возраста является необоснованно поздним. В результате в первом ярусе древостоя не в полной мере проявилась ожидаемая лесоводственная эффективность. Различия в таксационной характеристике насаждений, пройденных рубками ухода, по сравнению с контролем незначительные, хотя на формирование первого яруса были проведены первый и третий приемы рубок ухода. При этом улучшение наблюдается по березе, диаметр которой увеличился в 1,5 раза, а не по хозяйственно-ценной породе. В то же вре-

мя, проведенные в насаждении приемы по уходу за лесом обеспечили формирование елового яруса. Под пологом насаждений, пройденных рубками ухода, средний диаметр ели выше на 60 %, а средняя высота – на 50 % по сравнению с контролем. Состояние ели на пробных площадях с рубками ухода только улучшилось, доля сухостоя составила не более 1 %, тогда как на контроле выше 5 %.

В настоящее время на пробных площадях, пройденных рубками ухода, сформировался древостой, в котором сосново-березовый ярус растет по I–II классу бонитета, что позволяет провести комплексную рубку. При условии сохранения елового яруса при рубках ухода, в дальнейшем может быть сформировано еловое насаждение, которое обеспечит формирование хвойного древостоя без промежуточной смены на лиственное.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из полученных результатов в ходе исследования, лесоводственный эффект от проведения рубок ухода на постоянных пробных площадях – это формирование елового яруса, который в дальнейшем сможет заменить древостой после финальной рубки первого яруса.

Оптимальным вариантом является формирование древостоев рубками ухода в три приема. Первый прием следует проводить в 20 лет с оставлением густоты деревьев первого яруса 2 тыс. шт./га с участием сосны до 80 %. Во втором ярусе необходимо оставить исходное количество ели. Второй прием – в возрасте 40 лет с оставлением в первом ярусе деревьев сосны и березы 1 тыс. шт./га, во втором ярусе – деревьев ели 2 тыс. шт./га. Древесину от рубок ухода можно реализовать. Третий прием проводится в возрасте 60 лет с сохранением в первом ярусе деревьев сосны 0.5–0.6 тыс. шт./га, во втором – деревьев ели 1 тыс. шт./га. Доля участия сосны в составе регулируется в пределах 90 %.

К 2020 г. формировался древостой на участках, пройденных рубкам ухода, в котором сосна и береза произрастают по I–II классам бонитета.

При проведении рубок ухода в смешанных сосняках важным является отношение к под-росту.

В насаждениях, пройденных рубками ухода, деревья становятся крупнее и выход крупномерной ликвидной древесины больше, чем в неразрезанных. Основное место при определении стоимости лесоматериалов занимают качественные показатели, тогда хозяйственная эффективность рубками ухода в насаждениях очевидна по сравнению с не пройденными рубками насаждениями.

Публикация подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: АААА-А20-120013090061-7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Захаров А. Ю. Влияние рубок ухода на рост сосны и ели в смешанных сосняках // Сборник трудов ФГУ «СевНИИЛХ» по итогам научно-исследовательских работ за 2005–2009. Архангельск: СевНИИЛХ, 2011. С. 50–55.
- Захаров А. Ю., Наквасина Е. Н. Результаты трехприемных рубок ухода в смешанных сосняках со вторым ярусом ели // Лесн. журн. (Изв. высш. учеб. заведений). 2012. № 5. С. 52–59.
- Зябченко С. С. Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 244 с.
- Неволин О. А. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1969. 103 с.
- Неволин О. А., Третьяков С. В., Еремина О. О. Динамика высокопродуктивных сосново-березовых насаждений // Лесн. журн. (Изв. высш. учеб. заведений). 2008. № 5. С. 21–29.
- Чибисов Г. А. Динамическая типология и рубки ухода // Материалы отчетной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1988 год. Архангельск, 1989. С. 77–79.
- Чибисов Г. А., Вялых Н. И., Минин Н. С. Воспроизводство хвойных системой рубок ухода и рубок главного пользования в таежной зоне Европейского Севера // Тр. XI съезда Рус. геогр. об-ва. 2000. Т. 8. С. 271–273.
- Чибисов Г. А., Вялых Н. И., Минин Н. С. Рубки ухода за лесом на Европейском Севере. Архангельск, 2004. 127 р.
- Чибисов Г. А., Нефедова А. И. Рубки ухода и фитоклимат. Архангельск, 2007. 265 с.
- Чибисов Г. А. Смена сосны елью. Архангельск, 2010. 150 с.

FORMATION OF MIXED PINE-BIRCH STANDS WITH A SECOND STOREY OF SPRUCE UNDER THE INFLUENCE OF THINNING

E. A. Surina, N. S. Minin

*Northern Research Institute of Forestry
Nikitov str.13, Arkhangelsk, 163062, Russian Federation*

E-mail: surina_ea@sevniilh-arh.ru, n.minin@sevniilh-arh.ru

Studies were carried out in pine-birch stands with a second storey of spruce in the north-taiga forest region of Arkhangelsk Oblast (Obozerskoe forestry district), which are formed under the influence of thinning. It's specified, that thinning at the age of 40 years for taiga zone is unreasonably late stage of formation in such stands. The best option is the formation of forest stands by thinning in three steps. Then, at the age of 40, carry out a second thinning operation, leaving 1000 trees per ha of pine and birch in the first storey, and 2000 trees per ha of spruce in the second storey. At the age of 60, carry out the third stage of thinning, leaving 500–600 pine trees per ha in the upper storey, and 1000 spruce trees in the lower storey. Numbering of pine in the structure is regulating within 90 %. Based on the results obtained in the course of the study, the silvicultural effect of thinning on permanent trial plots is the formation of a spruce storey, which in the future can replace the forest stand after the final felling of the first storey. When thinning in mixed pine forests completed, the attitude to undergrowth is important. Thinning can undoubtedly increase the productivity of forests. The results of the studies will serve as the basis for the subsequent development of recommendations for managing mixed pine-birch stands with a second storey of spruce.

Keywords: mixed pine-birch forests, spruce, thinning, productivity.

How to cite: *Surina E. A., Minin N. S.* Formation of mixed pine-birch stands with a second storey of spruce under the influence of thinning // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2023. N. 2. P. 26–32 (in Russian with English abstract and references).