

УДК 630.221.21: 630.228.12: 630.451.2

## Динамика состояния популяции ели в насаждениях, формирующихся после рубки березовых древостоев с сохранением подроста

**А. А. Дерюгин** – Институт лесоведения РАН, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, [da45@mail.ru](mailto:da45@mail.ru)

*Рассмотрена динамика состояния популяции ели через 2–22 года после проведения рубки березняков с сохранением елового подроста в условиях южной тайги. Приведены сведения об основных видах повреждений деревьев ели в формирующихся насаждениях. Дана оценка результативности проведенной рубки.*

**Ключевые слова:** рубка березняков, сохранение подроста, динамика состояния популяции ели, повреждения деревьев

*Для ссылок:*  
Дерюгин, А.А. Динамика состояния популяции ели в насаждениях, формирующихся после рубки березовых древостоев с сохранением подроста [Электронный ресурс] / А. А. Дерюгин // Лесхоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2017. – № 1. – С. 16–23. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

**В** таёжной зоне европейской части страны, в условиях ограниченной доступности проведения лесовосстановительных работ, основным мероприятием по восстановлению на вырубках еловых древостоев является сохранение подроста и тонкомера ели предварительной генерации в процессе рубки мелколистных насаждений. Эффективность таких рубок определяется, прежде всего, технологией лесосечных работ, густотой, состоянием и возрастом ели.

Цель исследований, выполненных сотрудниками Института лесоведения РАН в районе действия Северной ЛОС (Рыбинский район Ярославской обл.), – анализ динамики состояния деревьев ели в связи с давностью рубки березы. Исследования проводили на двух постоянных пробных площадях (ППП), заложенных через 2 года после рубки березняка с сохранением подроста ели. Коренные типы леса на ППП – ельники кислично-черничной группы типов леса. Состав древостоя до рубки – 7Б2Ос1Е, возраст – 55 лет, полнота – 0,7. Густота подпологовой популяции – около 5,5 тыс. шт./га, средний возраст – 20 лет, средняя высота – 1,2 м.

Рубка березняка проведена в возрасте 55 лет по технологии узких лент, средняя ширина пасек – 35 м и трелёвочных волоков – 5–6 м. Валку деревьев осуществляли под углом примерно 35° к волоку, сучья обрубали и оставляли на технологических полосах пасек. Хлысты трелевали за вершины без захода трактора на пасечные участки.

На пробных площадях с интервалом 10 лет проведены 3 учета (первый – в год закладки ППП) всех деревьев ели с измерением биометрических показателей и определением их состояния.

Методические подходы к изучению формирующихся насаждений и оценке состояния популяции ели освещены в ранее опубликованной работе [1]. В древостоях, сформировавшихся после рубки берёзы, высотная дифференциация деревьев четко не выражена. Однако нами по результатам анализа динамики структуры и роста древостоев, формирующихся после рубки берёзы, условно выделены: первый ярус – деревья высотой больше 13 м, второй ярус – 4,1–13,0 м и под-

рост – 0,1–4,0 м. При визуальной оценке состояния деревьев они разделены на 3 группы: нормальные, ослабленные, погибшие (отпад). К ослабленным относили экземпляры со следующими признаками: зонтикообразная или односторонняя крона; степень охвоения кроны – менее 50 %; отношение прироста центрального побега к приросту боковых побегов – меньше 1.

Анализ динамики состояния проведен только относительно деревьев ели предварительной генерации, так как они являются основой формирующихся ельников. Для получения более достоверных результатов, учитывая типологическую однородность ППП, данные по ним объединены и рассмотрены совместно.

В первые годы после рубки происходит интенсивное возобновление лиственных пород. В составе подроста доминирует осина (табл. 1), которая в основном приурочена к волокам. На долю ели предварительной генерации приходится 11 % деревьев. Густота ели в подросте составляет 3,67 тыс. шт./га, её средний возраст – около 20 лет, высота – 0,8 м. Во втором ярусе преобладает ель, густота – 0,50 тыс. шт./га, средний возраст – 50 лет, высота – 7,9 м. В первом ярусе древостоя преимущественно представлены деревья березы и осины, оставленные в процессе рубки. Число деревьев ели в ярусе незначительно – около 0,02 тыс. шт./га.

Через 10 лет после закладки ППП (12 лет после рубки) в первом ярусе и подросте сохранилось преобладание мелколиственных пород. Это объясняется продолжающимся процессом возобновления этих пород и более интенсивным их ростом по сравнению с елью. В данном временном интервале периодический прирост ели первого и второго ярусов составил 4,3 м<sup>3</sup>/га в год.

В последующие 10 лет (13–22 года после рубки) во всех ярусах формирующегося древостоя преобладающей породой становится ель. Если через 12 лет после рубки производительность первого яруса ели соответствовала III классу бонитета, то через 22 года – II классу. Средний периодический прирост ели первого яруса увеличился до 12,4 м<sup>3</sup>/га в год. Осина, доминировавшая в составе подроста и первого яруса, в резуль-

**Таблица 1.** Динамика таксационных показателей насаждений, формирующихся после рубки березняков

Давность рубки, лет	Ярус	Состав, %	Число деревьев, тыс. шт./ га	Средние			G, м <sup>2</sup> /га	M, м <sup>3</sup> /га
				A, лет	H, м	D, см		
2 (год закладки ППП)	1	63Б320с5Е	0,12	45	18,2	16,1	2,44	21
	2	79Е21Б	0,94	37	6,6	7,1	3,72	16
	Подрост	870с11Е2Б	29,86	6	1,0	-	-	-
12	1	520с24Е24Б	0,14	54	17,6	20,6	4,88	45
	2	60Е270с13Б	8,12	20	5,7	4,8	17,90	76
	Подрост	680с20Б12Е	47,25	13	2,3	-	-	-
22	1	83Е11Б60с	0,87	58	16,8	17,4	19,47	163
	2	73Е170с10Б	1,84	34	8,3	6,5	6,44	32
	Подрост	86Е14Б	1,08	32	1,9	-	-	-

*Примечание.* Состав подроста определен по числу деревьев.

тате погрызов коры лосем и развития стволовой гнили большей частью отпала.

Таким образом, через 22 года после рубки березы на объекте сформировалось высокополнотное (относительная полнота 0,78) 60-летнее елово-лиственнное насаждение с общим запасом стволовой древесины 195 м<sup>3</sup>/га, из которых 158 м<sup>3</sup>/га (81 %) приходится на еловую древесину. В этом возрасте запас ели, произрастающей под пологом березняка, составляет только 58 м<sup>3</sup>/га.

Проведенная на каждом этапе мониторинга визуальная оценка состояния деревьев предварительной генерации ели показала следующее. В пределах рассматриваемой давности рубки березы долевого участие нормальных и ослабленных деревьев в популяции ели в целом различается несущественно. Представленность нормальных деревьев изменяется в небольших границах – 46–55 % (табл. 2).

Динамика состояния деревьев отчетливо прослеживается при её анализе относительно ярусов древостоя. В первом ярусе при увеличении давности рубки доля нормальных деревьев возрастает, достигая 94 % через 22 года после рубки. Состояние деревьев второго яруса в первые 10 лет улучшается, что объясняется переходом в ярус 30 % (870 шт./га) нормальных экземпляров подроста. В следующее десятилетие на объекте наблюдается интенсивный выход дере-

вьев ели из второго в первый ярус. Если за период 3–12 лет в первый ярус перешло 5 % деревьев второго яруса, то в последующее 10-летие (13–22 года) – 44 %. Во втором ярусе остались преимущественно отстающие в росте деревья, что объясняет снижение доли нормальных (с 85 % до 52 %) и значительное увеличение доли ослабленных экземпляров.

Состояние подроста предварительной генерации в течение рассматриваемого периода наблюдений постоянно ухудшается, а через 22 года после рубки только 3 % деревьев можно отнести к нормальным (табл. 2).

Два 10-летних периода существенно различаются по динамике состояния деревьев ели. В течение первого 10-летнего периода, когда происходит адаптация растений к новым условиям и активизируется их рост, наблюдается переход значительной части деревьев подроста и второго яруса из ослабленных (соответственно 26 % и 49 %) в нормальные. Обратная динамика (переход из нормального состояния в ослабленное) отмечена у 34 % деревьев подроста и только у 7 % деревьев второго яруса.

Во втором 10-летии (13–22 года после рубки) среди подроста практически отсутствуют экземпляры с положительной динамикой состояния. Происходит ухудшение состояния деревьев в этой части популяции (63 % нормальных деревьев перешли в группу ослабленных). Активизиру-

**Таблица 2.** Динамика состояния деревьев популяции ели в насаждениях, формирующихся после рубки березы

Давность рубки, лет	Ярус	Количество деревьев				
		Всего, тыс. шт./га	В том числе по состоянию			
			Нормальные		Ослабленные	
			тыс. шт./га	%	тыс. шт./га	%
2	1	0,02	0,01	50	0,01	50
	2	0,81	0,51	63	0,30	37
	Подрост	3,33	1,46	44	1,87	56
	Итого	4,16	1,98	48	2,18	52
12	1	0,06	0,05	83	0,01	17
	2	1,54	1,31	85	0,23	15
	Подрост	2,19	0,74	34	1,45	66
	Итого	3,79	2,10	55	1,69	45
22	1	0,72	0,68	94	0,04	6
	2	0,89	0,46	52	0,43	48
	Подрост	0,92	0,03	3	0,89	97
	Итого	2,53	1,17	46	1,36	54

ются процессы отпада. Если в первом 10-летии погибло 4 % нормальных и 2 % ослабленных деревьев, то во втором эти значения увеличились до 12 и 58 % соответственно.

В процессе формирования ельников после рубки березы деревья ели находятся под влиянием различных эндогенных и экзогенных факторов, которые могут привести к появлению тех или иных повреждений деревьев. За 20-летний период наблюдений число поврежденных деревьев постепенно уменьшалось – с 1,68 тыс. шт./га до 1,04 тыс. шт./га. Доля таких деревьев в популяции достигала 41 % (табл. 3).

В подросте это значение изменялось от 23,0 до 38,5 %. Среди повреждений более распространены деформация стволов, слом центральных побегов и стволов, дефолиация крон.

На деревьях первого и второго ярусов чаще встречаются повреждения коры и древесины на стволах. Такие повреждения имеют далеко идущие отрицательные последствия для подпоптовой популяции ели. Их появление связано с двумя причинами. Обдиры коры возникают в результате повреждений стволами упавших деревьев, а погрызы и последующие обдиры коры связаны с питанием лосей. С увеличением срока давности

рубки число таких деревьев повышается с 312 до 454 шт./га, в том числе экземпляров с погрызами коры лосем – со 137 до 218 шт./га, или 11–17 % растущих деревьев. В перспективе следует ожидать увеличения числа таких деревьев.

Установлено, что на исследуемом объекте основная часть поврежденных лосем деревьев (81 %) приходится на экземпляры, визуально определяемые как нормальные. Средний диаметр ствола у таких деревьев (16,8±0,5 см) существенно больше диаметра деревьев без подобных повреждений (11,7±0,3 см). Различие, определенное по t-критерию, достоверно с вероятностью 95 % ( $t_{\text{факт}}=8,84 > t_{0,05}=2,59$ ). Предпочтение лосем относительно более крупных деревьев отмечалось в работах М. Д. Мерзленко [2] и К. А. Смирнова [3, 4]. Нанесенные лосем раны могут оставаться открытыми в течение 30 лет [5]. В течение столь длительного времени древесина в таких местах поражается большим (*Urocerus digas* L.) и малым (*Sirex juvencus* F.) рогохвостами. Такие повреждения способствуют внесению спор базидиальных грибов, вызывающих гниение древесины. Впоследствии в местах повреждения под воздействием ветровых нагрузок стволы деревьев ломаются [2].

**Таблица 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ПО ВИДАМ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОСЛЕ РУБКИ БЕРЕЗЫ (числитель – число деревьев, шт./га, знаменатель – % числа растущих деревьев)**

Давность рубки, лет	Ярус	Растущие деревья	Поврежденные деревья	В том числе по видам повреждений					
				Деформация стволов (изгиб, наклон)	Слом центрального побега или ствола	Дефолиация крон более 50%	Обдиры коры	Погрызы коры лесом	Другие повреждения
2	1	$\frac{15}{100}$	$\frac{14}{90,9}$	$\frac{3}{18,2}$	-	-	$\frac{3}{18,2}$	$\frac{8}{54,5}$	-
	2	$\frac{812}{100}$	$\frac{509}{62,7}$	$\frac{90}{11,1}$	$\frac{27}{3,3}$	$\frac{34}{4,2}$	$\frac{172}{21,1}$	$\frac{129}{15,8}$	$\frac{57}{7,0}$
	Подрост	$\frac{3\,330}{100}$	$\frac{1\,161}{34,8}$	$\frac{609}{18,3}$	$\frac{123}{3,7}$	$\frac{93}{2,8}$	$\frac{256}{7,7}$	$\frac{23}{0,7}$	$\frac{57}{1,7}$
	Всего	$\frac{4\,157}{100}$	$\frac{1\,684}{41,0}$	$\frac{702}{17,0}$	$\frac{1\,540}{4,0}$	$\frac{127}{3,0}$	$\frac{431}{10,0}$	$\frac{160}{4,0}$	$\frac{114}{3,0}$
12	1	$\frac{56}{100}$	$\frac{37}{66,0}$	-	$\frac{2}{3,9}$	-	$\frac{14}{25,2}$	$\frac{19}{33,6}$	$\frac{2}{3,9}$
	2	$\frac{1\,545}{100}$	$\frac{503}{32,5}$	$\frac{39}{2,5}$	$\frac{39}{2,5}$	$\frac{6}{0,4}$	$\frac{250}{16,2}$	$\frac{150}{9,7}$	$\frac{19}{1,2}$
	Подрост	$\frac{2\,190}{100}$	$\frac{503}{23,0}$	$\frac{274}{12,5}$	$\frac{52}{2,4}$	$\frac{46}{2,1}$	$\frac{112}{5,1}$	$\frac{6}{0,3}$	$\frac{13}{0,6}$
	Всего	$\frac{3\,791}{100}$	$\frac{1\,043}{28,0}$	$\frac{313}{8,0}$	$\frac{93}{2,5}$	$\frac{52}{2,0}$	$\frac{376}{10,0}$	$\frac{175}{5,0}$	$\frac{34}{0,9}$
22	1	$\frac{728}{100}$	$\frac{356}{48,9}$	$\frac{4}{0,6}$	$\frac{14}{2,0}$	-	$\frac{157}{21,6}$	$\frac{170}{23,4}$	$\frac{10}{1,4}$
	2	$\frac{890}{100}$	$\frac{294}{33,0}$	$\frac{45}{5,1}$	$\frac{36}{4,1}$	$\frac{65}{7,3}$	$\frac{79}{8,9}$	$\frac{48}{5,4}$	$\frac{20}{2,2}$
	Подрост	$\frac{920}{100}$	$\frac{354}{38,5}$	$\frac{75}{8,2}$	$\frac{24}{2,6}$	$\frac{223}{24,2}$	$\frac{29}{3,2}$	$\frac{2}{0,2}$	-
	Всего	$\frac{2\,538}{100}$	$\frac{1\,004}{40,0}$	$\frac{124}{5,0}$	$\frac{77}{3,0}$	$\frac{288}{11,0}$	$\frac{265}{10,0}$	$\frac{220}{9,0}$	$\frac{30}{1,0}$

В ряде исследований в качестве оценки состояния деревьев ели используется отношение протяженности кроны к высоте дерева (Kh). К здоровым, или жизнеспособным, относят деревья с протяженностью кроны, составляющей более половины высоты дерева [6, 7]. Этот относительный показатель (Kh) использован нами для установления перспективности деревьев подроста и второго яруса предварительной генерации ели через 12 лет после рубки березы. К этому времени адаптация ели предварительной генерации к новым условиям среды завершается, и начинается интенсивная дифференциация деревьев. Для деревьев подроста и второго яруса нами проанализировано изменение доли деревьев разного состояния в группах значений Kh.

Среди подроста в интервале значений  $Kh < 0,70$  преобладают экземпляры, погибшие в

первые 12 лет после рубки (рис. 1). В этом диапазоне Kh велика вероятность перехода ослабленных деревьев в отпад и нормальных в ослабленные. К перспективным можно отнести экземпляры со значениями  $Kh > 0,70$ , где доля нормальных деревьев превышает 60 %.

Для деревьев второго яруса в качестве такого порога можно принять  $Kh > 0,60$ . При таких значениях доля нормальных деревьев составляет 78–95 % (рис. 2).

Выполненный анализ позволил установить число перспективных деревьев, которые будут определять ход процесса формирования ельников в последующие 10 лет (13–22 года после рубки). К ним отнесены деревья, находящиеся в первом ярусе (на объекте исследований деревья высотой более 13 м) формирующегося древостоя. Это небольшое количество деревьев (0,06 тыс.

шт./га) в нормальном состоянии со средним значением  $K_h$ , равным  $0,74 \pm 0,013$ . Из числа деревьев второго яруса (1,54 тыс. шт./га) к перспективным отнесены нормальные деревья со значениями  $K_h > 0,60$ , их количество – 1,09 тыс. шт./га, среднее значение  $K_h = 0,76 \pm 0,003$ . В подросте к перспективным деревьям, сохраняющим способность выйти во второй ярус, можно отнести только 0,36 тыс. шт./га, или менее половины числа нормальных экземпляров.

Таким образом, через 12 лет после рубки общее число перспективных деревьев на объекте исследований составило 1,69 тыс. шт./га (44 % общего числа елей), из которых основная часть (64 %) приходится на деревья второго яруса. Это свидетельствует о том, что исследуемые насаждения имеют большой потенциал для восстановления высокопроизводительных ельников.

Наши исследования еще раз подтверждают, что при оптимальном сочетании определяющих результативность факторов (возраст насаждения, назначаемого в рубку; густота; состояние; возрастная и вертикальная структура предварительной генерации ели; технологии лесосечных работ), рубки мелколиственных насаждений с сохранением подроста и тонкомера ели являются эффективным средством относительно быстрого восстановления коренных ельников в условиях южной тайги центра Русской равнины.

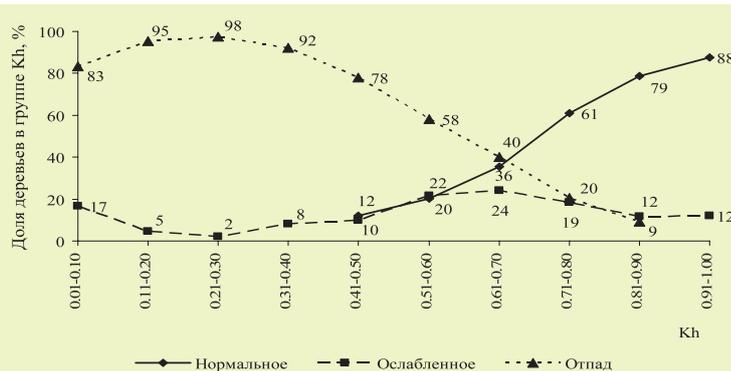


Рис. 1. Изменение доли деревьев подроста ели разного состояния в группах значений относительной протяженности крон ( $K_h$ ) через 12 лет после рубки березы

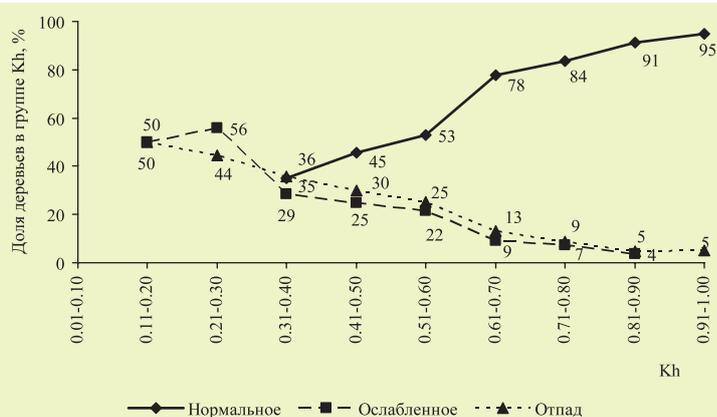


Рис. 2. Изменение доли деревьев ели второго яруса разного состояния в группах значений относительной протяженности крон ( $K_h$ ) через 12 лет после рубки березы

## Список использованной литературы

1. Рубцов, М. В. Отпад деревьев после рубки древостоев березы с сохранением ели в южной тайге центральной части России / М. В. Рубцов, А. А. Дерюгин // Лесн. журн. – 2015. – № 5. – С. 9–25.
2. Мерзленко, М. Д. Лось и культуры ели / М. Д. Мерзленко // Лесн. хоз-во. – 1974. – № 3. – С. 54–55.
3. Смирнов, К. А. Реакция ели европейской на повреждение коры лосем в южной тайге / К. А. Смирнов, А. Д. Серяков // Лесоведение. – 2005. – № 2. – С. 32–37.
4. Смирнов, К. А. Влияние избирательного повреждения коры ели лосем на экосистемы южной тайги / К. А. Смирнов, А. Д. Серяков // Лесоведение. – 2009. – № 4. – С. 72–78.
5. Рубцов, М. В. Динамика состояния популяции ели под пологом березняков южной тайги Русской равнины / М. В. Рубцов, А. А. Дерюгин // Лесн. журн. – 2016. – № 2. – С. 47–58.
6. Бебия, С. М. Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния древостоев / С. М. Бебия // Лесоведение. – 2000. – № 4. – С. 35–43.
7. Грязькин, А. В. Возобновительный потенциал таёжных лесов (на примере ельников Северо-Запада России) / А. В. Грязькин. – СПб. : СПбГЛА, 2001. – 186 с.

## References

1. Rubcov, M. V. Otpad derev'ev posle rubki drevostoev berezy s so-hraneniem eli v yuzhnoj tajge central'noj chasti Rossii / M. V. Rubcov, A. A. Deryugin // Lesn. zhurn. – 2015. – № 5. – S. 9–25.
2. Merzlenko, M. D. Los' i kul'tury eli / M. D. Merzlenko // Lesn. hoz-vo. – 1974. – № 3. – S. 54–55.
3. Smirnov, K. A. Reakciya eli evropejskoj na povrezhdenie kory losem v yuzhnoj tajge / K. A. Smirnov, A. D. Seryakov // Lesovedenie. – 2005. – № 2. – S. 32–37.
4. Smirnov, K. A. Vliyanie izbiratel'nogo povrezhdeniya kory eli losem na ehkositemy yuzhnoj tajgi / K. A. Smirnov, A. D. Seryakov // Lesovedenie. – 2009. – № 4. – S. 72–78.
5. Rubcov, M. V. Dinamika sostoyaniya populyacii eli pod pologom be-reznyakov yuzhnoj tajgi Russkoj ravniny / M. V. Rubcov, A. A. Deryugin // Lesn. zhurn. – 2016. – № 2. – S. 47–58.
6. Bebiya, S. M. Differenciaciya derev'ev v lesu, ih klassifikaciya i opredelenie zhiznennogo sostoyaniya drevostoev / S. M. Bebiya // Lesovedenie. – 2000. – № 4. – S. 35–43.
7. Gryaz'kin, A. V. Vozobnovitel'nyj potencial tayozhnyh lesov (na primere el'nikov Severo-Zapada Rossii) / A. V. Gryaz'kin. – SPb. : SPbGLA, 2001. – 186 s.

# The Dynamics of the Population Status of Spruce in Stands Forming after Cutting of Birch Stands with Preservation of Regrowth

---

**A. A. Deryugin** – Institute of Forest science RAS, Senior researcher, Candidate of Agricultural Sciences, p. Uspenskoe, Moscow region, Russian Federation, [da45@mail.ru](mailto:da45@mail.ru)

---

**Keywords:** felling of birch stands, the preservation of regrowth, dynamics of spruce population status of, damage to trees, perspective

In 1992 the Rybinsk district of the Yaroslavl region North of LOS Institute of forest science RAS wounds were felling birch (part – 7B2As1S, age 55 years, stand density 0,7) the preservation of regrowth of spruce. Indigenous forest types were spruce of oxalidosum-myrtillosum group of forest types. After 2 years here was based on two permanent plots (PP), which every 10 years 3 accounting (first year bookmark PP) of all spruce trees with the measurement of biometric characteristics and determination of the state.

It was determined that a high-density 60-years-old spruce-deciduous forest stand of the second bonitet class formed at the PEPs in 22 years after the felling of the birch. The total reserve of stemwood in this forest planting is  $195 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  where  $158 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (81 %) fall on spruce wood.

For the dynamics of the state population by an increase in the proportion of trees normal state (up to 94% in 22 years after logging) as part of the first tier. In the first 10 years, improving the health of trees second tier. Later weak specimens remain in this layer individuals. State of the regrowth of preliminary generation is constantly deteriorating and in 22 years after felling only 3 % of the trees can be attributed to normal.

The share of trees with different kinds of damage during the reporting period was changed in the range of 28-40%. In the regrowth are the most common injuries associated with the deformation of the trunks, breaking of central shoots and stems, defoliation of tree crowns.

The trees of the first and second tiers are the most common injuries of the bark and wood on tree trunks. To potentially dangerous damage by insects include bark moose. They lead to the development of stem rot and tree death. With the increase in the prescription of felling the number of trees increases.

The analysis of the dynamics of the state of the prior generation ate showed that research when the wind blows plantations have a great potential to restore high performance spruce.