

ДИНАМИКА СМЕШАННЫХ СОСНОВО-ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРВОГО ПРИЕМА ДЛИТЕЛЬНО-ПОСТЕПЕННОЙ РУБКИ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. ИЛЬИНЦЕВ, *асп. С(А)ФУ, млад. научный сотрудник СевНИИЛХ^(1,2)*,
С.В. ТРЕТЬЯКОВ, *доц. С(А)ФУ, д-р с.-х. наук⁽¹⁾*,
Р.А. ЕРШОВ, *асп. С(А)ФУ⁽¹⁾*,
С.А. ДЕМИДЕНКО, *ст. преподаватель С(А)ФУ⁽¹⁾*,
А.П. БОГДАНОВ, *асс. С(А)ФУ⁽¹⁾*

a.ilintsev@narfu.ru, s.v.tretyakov@narfu.ru

⁽¹⁾ ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»
163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17

⁽²⁾ ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»
163062, г. Архангельск, ул. Никитова, 13

Исследование динамики смешанного сосново-елового насаждения, пройденного первым приемом длительно-постепенной рубки с интенсивностью по запасу 40 % в 1993 г., является важной и актуальной задачей, направленной на получение достоверных данных о росте и развитии насаждений выборочного хозяйства и повышение интенсификации использования лесов. Целью данной работы является оценка изменения таксационной характеристики древостоя после проведения длительно-постепенной рубки и сравнение ее с динамикой нетронутого рубкой древостоя. Для оценки состояния насаждений на участке, пройденном первым приемом длительно-постепенной рубки, заложена постоянная пробная площадь (п.п. № 51) и в нетронутом рубкой насаждении контрольная постоянная пробная площадь (п.п. № 52). На пробных площадях был произведен комплекс лесоводственно-таксационных работ. Повторные переучеты на пробных площадях выполнялись в 1993, 2003, 2010 и 2015 гг. Многолетние наблюдения позволяют получить достоверные данные о динамике таксационных показателей древостоя, вовлеченного в хозяйственную деятельность, для прогнозирования и анализа состояния насаждения и научного обоснования второго приема рубки. В результате наблюдений установлено, что проведение первого приема длительно-постепенных рубок в целом не снижает устойчивость смешанного древостоя. В еловой части идет более интенсивное увеличение запаса, так как для ели, имеющей меньшую высоту по сравнению с другими породами, улучшаются условия для роста в результате разреживания полога. При проведении заключительного приема рубки для обеспечения возобновления сосны необходимо оставлять семенники сосны в количестве не менее 20 штук на гектаре или проводить узколесосечные рубки (ширина не более 100 м). Наблюдения за возобновлением на прилегающих территориях после проведения узколесосечных рубок показывают успешность возобновления сосны от семенных деревьев из примыкающих стен леса при достаточной минерализации почвы. Таким образом, организация и проведение выборочного хозяйства в смешанных насаждениях направлена на повышение общей производительности, устойчивости и интенсивности ведения лесного хозяйства. Проведение длительно-постепенных рубок в смешанных древостоях, произрастающих на дренированных почвах (слабоподзолистых, легкосуглинистых, иллювиально-железистых на среднем моренном карбонатном суглинке) позволяет повысить их общую продуктивность за счет увеличения светового прироста.

Ключевые слова: заготовка древесины, выборочное хозяйство, длительно-постепенные рубки, интенсивность рубки, таксационные показатели.

Теорией лесоводства разработаны различные виды рубок для заготовки древесины, основные из них включены в действующие Правила заготовки древесины [1].

Выбор вида рубок для заготовки древесины определяется, с одной стороны, лесоводственными требованиями по успешности лесовосстановления и, с другой, – экономическими соображениями, которые диктует рынок [2]. Крупные лесоперерабатывающие холдинги способны переработать весь ассортимент получаемых в лесу круглых лесоматериалов. Для лесозаготовительных пред-

приятий, относимых к мелкому и среднему бизнесу, целый ряд сортиментов относится к категории экономически недоступных [3, 4]. Особенно это характерно для центральной части Архангельской области, где нет перерабатывающих предприятий для отдельных групп сортиментов (в основном балансовой группы).

В условиях ограниченного спроса на мелкотоварную древесину сплошные рубки по эффективности и целесообразности зачастую уступают выборочному хозяйству, которое находит все большее применение.

Преимуществом является сохранение лесной среды и биологического разнообразия, которым в последнее время уделяется все больше внимания при использовании лесов.

По мере сокращения лесных ресурсов и общего повышения интенсивности лесного хозяйства неизбежно возрастает необходимость исследования лесов Европейского Севера, затронутых хозяйственной деятельностью человека. Для условий северо-таежного района недостаточно сведений о современном состоянии лесных участков, пройденных в разное время выборочными рубками. Исследования в данном направлении в Архангельской области имеют эпизодический характер. Выборочное хозяйство включает постепенные, выборочные рубки и рубки ухода.

В лесоводственной практике выделяют несколько видов постепенных рубок: равномерно-постепенные, длительно-постепенные, группово-постепенные, чересполосные постепенные. И.С. Мелехов отмечает, что первые постепенные рубки были обоснованы в конце XVIII в. Гартигом в Германии [5]. Как отмечает С.В. Белов, в России над опытными постепенными рубками в разное время работали Н.В. Шелгунов, Д.М. Кравчинский, Н.Е. Декатов, Л.А. Кайрюкшис, А.В. Побединский, П.В. Алексеев. В Архангельской области над внедрением выборочного хозяйства работали С.В. Алексеев, А.А. Молчанов, И.С. Мелехов, Г.А. Чибисов и др. [5–8]. В пределах Скандинавско-Русской провинции описание рубок, лесовозобновления и формирования древостоев изучал А.С. Тихонов [9].

Опыт лесоводов Калужской области показывает, что путем внедрения постепенных рубок можно добиться высокой производительности труда на базе лесохозяйственной техники, в относительно меньших затратах денежных средств на 1 рубль товарной продукции, в создании нового поколения высокопродуктивных, здоровых, хозяйственно ценных насаждений [10].

Опытные длительно-постепенные рубки в Архангельской области проводи-

лись в Обозерском лесничестве в 94 квартале Емцовского учебно-опытного лесхоза (АЛТИ–АГТУ–САФУ). Исследования планировались с целью оценки влияния длительно-постепенной рубки интенсивностью 40 % по запасу на рост и продуктивность смешанного сосново-елового насаждения. Производственный эксперимент был выполнен в зимний период 1993 г.

В 1993 г. были заложены две пробные площади: № 51 (размером 1 га), где была проведена длительно-постепенная рубка и контрольная № 52 (размером 0,5 га), расположенная в нетронутом насаждении, примыкающая к лесосеке. Закладка пробных площадей осуществлялась в соответствии с ОСТ 56-69-83 [11]. В 1996 г. данные пробные площади оформлены как постоянные с картированием и нанесением номеров краской на деревья [12].

Полевые исследования проводились принятыми в лесной таксации методами, которые изложены в трудах Н.П. Анучина [13], П.М. Верхунова, В.Л. Черных [14] и др.

Динамика таксационных показателей в смешанном сосново-еловом древостое после проведения первого приема длительно-постепенной рубки приведена в табл. 1.

В смешанном сосново-еловом древостое после проведения первого приема длительно-постепенной рубки (п.п. № 51) средний диаметр сосны за 22-х летний период увеличился с 26,1 см до 30 см, или на 3,9 см, ели – от 15,4 см до 17 см, или на 1,6 см, березы – от 14,3 до 18,7 см, или на 4,4 см.

Средняя высота сосны увеличилась от 22,7 м до 27,1 м, или на 4,4 м, ели – от 15,8 м до 16,6 м, или на 0,8 м, березы – от 14,6 м до 21,7 м, или на 7,1 м.

Запас после проведения длительно-постепенной рубки за 22-х летний период увеличился от 269 м³/га до 407 м³/га, или на 138 м³/га. Текущий периодический прирост всего древостоя составляет 6,27 м³/га. Наибольший текущий периодический прирост наблюдается у сосны – 3,59 м³/га. Текущий периодический прирост у ели составляет – 2,5 м³/га.

Выход деловой древесины для сосны составляет – 89 %, ели – 83 %, березы – 26 %

Динамика таксационных показателей в смешанном сосново-еловом древостое после проведения первого приема длительно-постепенной рубки (п. п. № 51)

Dynamics of taxation characteristics in mixed pine-spruce forest stands after the long-gradual cutting (permanent sample plot № 51)

Год исследо- вания	Состав	Порода	Возраст, лет	Класс бонитета	Средние		Сумма площадей сечений на 1 га, м²	Относи- тельная полнота	Запас, м³	
					диаметр, см	высота, м			растущего древостоя	сухого
1993	7СЗЕ + Б, Лц	С	104	3	26,1	22,7	19,9	0,43	180	
		Е	128		15,4	15,8	8,4	0,28	66	
		Б	100		14,3	14,6	1,6	0,08	12	
		Лц	180		48,0	26,7	1,0	0,02	11	
Итого							30,9	0,81	269	
2003	7СЗЕ+Б, Лц	С	113	3	27,3	25,0	16,6	0,40	192	
		Е	138		14,1	15,0	8,3	0,29	70	
		Б	100		17,0	22,6	1,0	0,03	10	
		Лц	190		56,8	29,7	1,0	0,02	14	
Итого							26,9		286	
2010	7СЗЕ+Б ед. Лц	С	122	3	29,1	25,6	18,4	0,44	215	10
		Е	146		16	15,9	11,4	0,38	98	1
		Б	110		17,5	21,3	1,3	0,04	13	
		Лц	197		56	30,4	0,2	0,01	5	
Итого							31,3	0,87	331	11
2015	7СЗЕ+Б ед. Лц	С	127	3	30,0	27,1	20,5	0,47	259	11
		Е	151		17,0	16,7	13,5	0,44	121	1
		Б	115		18,7	21,7	1,3	0,04	17	
		Лц	202		48,9	30,8	0,8	0,02	10	4
Итого							36,1	0,96	407	16

и лиственницы – 72 %. После проведения длительно-постепенной рубки выход деловой древесины остается на высоком уровне. Сосна и ель соответствуют 1 классу товарности, лиственница – 2, а береза – 3.

Динамика таксационных показателей в смешанном сосново-еловом древостое, не затронутом рубкой, приведена в табл. 2.

В незатронутом рубкой древостое (п.п. № 52) средний диаметр сосны за рассматриваемый период увеличился от 23,3 до 31,7 см, или на 8,4 см, ели – от 13,2 до 18,2 см, или на 5 см, березы – от 17,0 см до 21,1 см, или на 4,1 см. Средний диаметр березы в 2015 г. по сравнению с 2010 г. уменьшился на 0,9 см, это связано с тем, что произошел отпад березы из средней ступени толщины.

Средняя высота сосны увеличилась от 22,3 м до 27,4 м, или на 5,1 м, ели – от 15,4 м до 17,7 м, или на 2,3 м, березы – от 15 м до 22,7 м, или на 7,7 м.

Запас нетронутого древостоя увеличился от 376 м³/га до 539 м³/га, или на 163 м³/га. Текущий периодический прирост древостоя составляет – 7,40 м³/га. Наибольший текущий периодический прирост наблюдается у соснового древостоя – 4,68 м³/га. Текущий периодический прирост у ели составляет – 1,77 м³/га.

Выход деловой древесины для сосны составляет – 89 %, ели – 85 %, березы – 37 % и лиственницы – 74 %. Выход деловой древесины в нетронутом насаждении практически не отличается от выхода деловой древесины в насаждении после проведения первого при-

Динамика таксационных показателей в смешанном сосново-еловом древостое

(п. п. № 52, без рубки)

Dynamics of taxation characteristics in mixed pine-spruce forest stands

(permanent sample plot 52, without cutting)

Год исследо- вания	Состав	Порода	Возраст, лет	Класс бонитета	Средние		Сумма пл. сечений на 1 га, м²	Полнота	Запас, м³	
					D, см	H, м			растущего	сухого
1993	6СЗЕ1Б+Лц	С	102	3	23,3	22,3	18,5	0,43	204	
		Е	129		13,2	15,4	13,2	0,38	113	
		Б	100		17,0	15,0	4,6	0,09	37	
		Лц	180		32,7	26,7	1,5	0,04	22	
Итого						37,8	0,94	376		
2003	5СЗЕ1Б1Лц	С	114	3	29,5	25,4	20,96	0,50	243	
		Е	138		16,3	16,5	14,66	0,48	126	
		Б	110		21,8	23,5	4,46	0,16	41	
		Лц	190		55,1	27,0	2,38	0,06	29	
Итого						42,46	1,20	439		
2010	6СЗЕ1Б + Лц	С	120	3	30,6	26,1	23,8	0,59	281	19
		Е	145		17,1	16,5	16,3	0,53	147	
		Б	117		22,0	21,9	4,9	0,15	50	
		Лц	197		55,1	27,0	2,5	0,06	30	
Итого						47,5	1,33	508	24	
2015	6СЗЕ1Б + Лц	С	125		31,7	27,4	23,7	0,54	307	10
		Е	150		18,2	17,7	18,6	0,57	152	
		Б	122		21,1	22,7	4,3	0,13	49	
		Лц	202		53,8	31	2,7	0,06	31	
Итого						49,3	1,30	539	15	

ема длительно-постепенной рубки. Сосна и ель также соответствуют 1 классу товарности, лиственница – 2, а береза – 3.

Запасы исследуемых смешанных сосново-еловых древостоев превышают средние статистические запасы по Архангельской области (средний запас в спелых древостоях не превышает 200 м³/га), что свидетельствует о высокой продуктивности сосново-еловых древостоев в северо-таежном лесном районе.

Проведенные ранее исследования величины прироста по диаметру путем взятия кернов на высоте груди показали, что различие в величине текущего прироста по диаметру как у сосны, так и у ели до и после проведения первого приема длительно-постепенных рубок достоверно с вероятностью безошибочных прогнозов 0,95. Средняя

величина изменения диаметра ствола сосны на высоте груди за 9 лет после рубки составила $M \pm m = 3,5 \pm 0,67$ см, у ели $M \pm m = 1,51 \pm 0,15$, что полностью соответствует данным пересчетов на постоянных пробных площадях, приведенных в табл. 1. За 9 лет до рубки средняя величина изменения диаметра у сосны $M \pm m = 1,3 \pm 0,13$, а у ели $M \pm m = 1,0 \pm 0,09$ см. У ели различие этого параметра со средним значением за 10-летний период до рубки достоверно на любом вероятностном уровне (критерий Стьюдента равен 8). У сосны различие достоверно с вероятностью безошибочных прогнозов 0,95. Различие этих параметров по сравнению с контролем достоверно на любом вероятностном уровне [15].

В целом после проведения первого приема длительно-постепенных рубок не

снижается устойчивость смешанного древостоя. Более интенсивно идет увеличение запаса ели в сохранившейся после рубки тонкомерной части насаждения. После проведения рубки улучшаются условия роста деревьев за счет увеличения площади питания древесных растений и поступления дополнительного количества тепла и света. Проведенные исследования длительно-постепенных рубок в смешанных древостоях, произрастающих на дренированных почвах (слабоподзолистых, легкосуглинистых, иллювиально-железистых на среднем моренном карбонатном суглинке), позволяют повысить их общую продуктивность за счет увеличения светового прироста.

При проведении заключительного приема рубки для обеспечения возобновления сосны необходимо оставлять семенники сосны в количестве не менее 20 штук на гектаре. Наблюдения за возобновлением на прилегающих территориях показывают успешность возобновления сосны от семенных деревьев при достаточной минерализации почвы.

Таким образом, организация и проведение выборочного хозяйства в смешанных насаждениях направлена на повышение общей производительности, устойчивости и интенсивности ведения лесного хозяйства.

Работа выполнена при финансовой поддержки гранта «Молодые ученые Поморья» № 15-2015-04а.

Библиографический список

1. Правила заготовки древесины утв. Приказ Рослесхоза от 01.08.2011 № 337. – <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения 25.08.2013).
2. Гусев, И.И. Моделирование интенсивности рубки в ельниках выборочного хозяйства / И.И. Гусев, С.В. Коптев, С.В. Третьяков // Лесная таксация и лесоустройство: межвузовский сборник научных трудов. Красноярск, 1997. – С. 86–89.
3. Воронков, П.Т. Экономическая оценка лесных угодий / П.Т. Воронков. – Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1976. – 133 с.
4. Филюшкина, Г.Н. Оценка экономической доступности лесных ресурсов / Г.Н. Филюшкина // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2002. – Вып. 10 (168). – С. 15–25.
5. Мелехов, И.С. Лесоводство: учебник для вузов / И.С. Мелехов – М: МГУЛ, 1989. – 320 с.
6. Белов, С.В. Лесоводство. Учебное пособие для вузов / С.В. Беглов – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 352 с.
7. Алексеев, С.В. Выборочные рубки в лесах Севера / С.В. Алексеев, А.А. Молчанов. – М.: Академия наук СССР, 1954. – 147 с.
8. Чибисов, Г.А. Рубки главного пользования и лесовосстановление в лесах Европейского Севера: учебное пособие / Г.А. Чибисов. – Архангельск: АГТУ, 2006. – 80 с.
9. Тихонов, А.С. Типы леса, рубки, лесовозобновление и формирование древостоев в Скандинавско-Русской провинции / А.С. Тихонов. – Калуга: Гриф. – 2013. – 432 с.
10. Повышение продуктивности лесов путем внедрения постепенных рубок. – М.: 1968. – 25 с.
11. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Введен 01.01.1984. – М.: ЦБПТИ Гослесхоза СССР, 1984. – 60 с.
12. Третьяков, С.В. Лесоводственные основы организации хозяйства в смешанных сосняках таежной зоны / С.В. Третьяков // Антропогенная трансформация природной среды: материалы Международн. конф. (18–21 октября 2010 г.). – Пермь, 2010. – Т. 3. – С. 425–431.
13. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов / Н.П. Анучин, – М: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
14. Верхунов, П.М. Таксация леса: учеб. пособие / П.М. Верхунов, В.Л. Черных. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 398 с.
15. Третьяков, С.В. Прирост сосны и ели в смешанных древостоях средней подзоны тайги Европейского Севера России затронутых хозяйственной деятельностью / С.В. Третьяков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 5 (54). – С. 65–75.

DYNAMICS OF MIXED PINE-SPRUCE FOREST STANDS AFTER THE FIRST WAY OF LONG-GRADUAL CUTTING IN ARKHANGELSK REGION

Ilintsev A.S., pg. NArFU^(1,2); Tretyakov S.V., Assoc. Prof. NArFU, Dr. Sci. (Agricultural)⁽¹⁾; Erschov R.A., pg. NArFU⁽¹⁾; Demidenko S.A., Senior Lecturer NArFU⁽¹⁾; Bogdanov A.P., Ass. NArFU⁽¹⁾

a.ilintsev@narfu.ru, s.v.tretyakov@narfu.ru

⁽¹⁾Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Severnoy Dviny Embankment, 17, 163002, Arkhangelsk, Russia,

⁽²⁾Northern Research Institute of Forestry, Nikitov Str., 13, 163062, Arkhangelsk, Russia

Study of the dynamics of mixed pine-spruce forests, which passed first way of long-gradual cutting with the intensity of 40% in 1993, is an important and actual task directed at obtaining reliable data on growth and development of forest stands selection systems and raise intensification used of forests. The purpose of this research is to assess the changes in taxation characteristics of forest stand after the long-gradual cutting and to run its comparison with the dynamics of forest stand without cutting. Permanent sample plots (№ 51 and № 52) were established in forest stands passed long-gradual cutting

and forest stands without cutting for to assess the state of forests in the area. Complex silvicultural and taxation works were made on permanent sample plots. Repeated forest assessment was undertaken on sample plots in 1993, 2003, 2010 and 2015. Long-term observations will allow to obtain reliable data on the dynamics of taxation characteristics of forest stands. As a result of the observations, it was found that a first way long-gradual cutting doesn't reduce the stability of the mixed forest stand. The most intensive increase of standing volume occurs in the spruce part of the forest. Conditions for growth spruce in opened forest stands improved. When conducting the final cuttings should be left seed trees of pines in the amount of not less than 20 units per hectare or conduct clear cutting (width no more than 100 m) for the successful natural regeneration of pine. Observations of natural regeneration of pine on the adjacent areas after the clear cutting shows the success of natural regeneration of pine from the forest adjacent walls with sufficient soil mineralization. Thus, the organization and carrying of selective systems in mixed forest stands is aimed at increasing the overall performance, stability and intensity of forest management. Conducting long-gradual cuttings in mixed forest stands, growing on drained soils can raise their overall productivity by increasing the light increment.

Key words: timber harvesting, selection systems, long-gradual cutting, intensity of cutting, taxation characteristics.

References

1. *Pravila zagotovki drevesiny: Utv. prikazom Rosleskhoza ot 01.08.2011 g. № 337* [Terms timber : Approved . Order of Rosleskhoz from 01.08.2011 № 337]. Available at: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (accessed 1 November 2014).
2. Gusev I.I., Koptev S.V., Tretyakov S.V. *Modelirovanie intensivnosti rubki v el'nikah vyborochnogo hozyaystva* [Modeling of the intensity of selective cutting in spruce forests]. Forest assessment and management: Interuniversity collection of scientific papers. Krasnoyarsk, 1997. pp. 86-89.
3. Voronkov, P.T. *Yekonomicheskaya ocenka lesnyh ugodiy* [Economic assessment of forest land]. Novosibirsk: Nauka (Sibirskoe otdelenie) Publ., 1976. 133 p.
4. Filyushkina, G.N. *Ocenka yekonomicheskoy dostupnosti lesnyh resursov* [Assessing the economic accessibility of forest resources]. Izvestiya SPb LTA. No. 10 (168). 2002, pp 15-25.
5. Melekov, I.S. *Lesovodstvo* [Silviculture]. Moscow: MSFU, 1989, 320 p.
6. Beglov S.V. *Lesovodstvo* [Silviculture]. Moscow, Lesn. prom. [Forest. Ind.], 1983. 352 p.
7. Alekseev S.V., Molchanov A.A. *Vyborochnye rubki v lesah Severa* [Selective cutting in the forests of the north]. Moscow, 1954. 147 p.
8. Tihonov A.S. *Tipy lesa, rubki, lesovozobnovlenie i formirovanie drevostoev v Skandinavsko-Russkoy provincii* [The types of forests, cutting, reforestation and formation forest stands in the Nordic-Russian province]. Kaluga: Grif Publ., 2013. 432 p.
9. Chibisov G.A. *Rubki glavnogo pol'zovaniya i lesovosstanovlenie v lesah Evropeyskogo Severa: uchebnoe posobie* [Cutting and reforestation in forests of the European North: a tutorial]. Arkhangel'sk: AGTU Publ., 2006. 80 p.
10. *Povyshenie produktivnosti lesov putem vnedreniya postepennyh rubok* [Increasing the productivity of forests through the implementation of gradual cuttings]. Moscow, 1968. 25 p.
11. OST 56-69-83. *Ploshhadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [Plots test forest inventory. Method making]. Moscow: TSBPTI Gosleskhoz USSR Publ., 1984. 60 p.
12. Tretyakov, S.V. *Lesovodstvennye osnovy organizatsii hozyaystva v smeshannyh sosnyakh taezhnoy zony* [Silvicultural basis for the organization of farms in the mixed pine forests of the taiga zone]. Anthropogenic transformation of the natural environment: Abstracts Intern. Conf.. Perm, 2010. no. 3, pp. 425-431.
13. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya: uchebnik dlya vuzov* [Forest assessment: textbook for universities]. Moscow, Lesn. prom. [Forest. Ind.], 1982. 552 p.
14. Verhunov P.M. Chernyh V.L. *Taksatsiya lesa* [Assessment of forest]. Yoshkar-Ola: MarGTU Publ., 2007. 398 p.
15. Tretyakov, S.V. *Prirost sosny i eli v smeshannyh drevostoyah sredney podzony taygi Evropeyskogo Severa Rossii zatronutyy hozyaystvennoy deyatel'nost'yu* [The increment of pine and spruce in mixed forest stands of middle taiga subzone of the European North of Russia affected by economic activity]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. 2007. № 5 (54). pp. 65-75.