

Д.С. Тюрин, Д.А. Данилов, Ю.И. Данилов

ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ В 40-ЛЕТНИХ ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ

Введение. Плантационные культуры – это насаждения, выращиваемые для получения древесного сырья с заранее заданными параметрами для конкретного предприятия-потребителя. Разработки технологий плантационного лесовыращивания хвойных пород в целях создания лесосырьевой базы для целлюлозно-бумажной промышленности ведутся с середины 70-х гг. прошлого века [Волович, 2007; Жигунов, 2008; Клебанов, 2000; Ковалев, 1992; Маркова, 1990; Маркова и др., 2004]. Получены результаты по способам создания плантаций хвойных пород, их густоте, размещению; изучены ход роста, режимы выращивания и продуктивность культур для производства крупномерной и балансовой древесины [Данилов, 2014; Степаненко, 2013; Шутов, 1984; Шутов, Маркова и др., 2007; Olesen, 1976; Mälkönen, Babich, 1998].

Проблема обеспечения целлюлозно-бумажных предприятий еловыми балансами высокого качества является довольно актуальной. Плотность древесины определяет количественные и качественные показатели выхода готовой продукции при варке целлюлозы [Антонов, Старостин, 1992; Данилов, 2012; Данилов, 2014; Полубояринов, 1976]. При разной плотности древесины расход сырья, варочного раствора, энергозатраты вплоть до доставки древесины к месту ее переработки будут значительно различаться. При плантационном выращивании можно управлять показателями плотности древесного сырья, используя разные режимы густоты и интенсивности уходов [Румянцев, 2009; Усольцев, 2005; Шубин, Гелес и др., 1991; Olesen, 1976].

Цель исследования – изучение показателей плотности древесины по высоте ствола разных ступеней толщины 40-летних культур ели.

Объект исследования расположен в Ленинградской области в Гатчинском лесничестве в кв. 93. Орлинского участкового лесничества (бывшем ОЛХ Сиверский лес) и является научной пробной площадью СПбНИИЛХ. Плантационные культуры заложены в 1976 г. на торфянисто-перегнойной почве с устройством осушительных каналов в двух вариантах – удобрения

с гербицидами и контроль, с первоначальной густотой 1000 шт./га. В настоящее время густота культур составляет 774 и 893 шт./га, древостой I класса бонитета, относительная полнота 0,9; тип условий произрастания травяно-таволжный осушенный (С3). Перед посадкой была проведена обработка почвы плугом ПЛО-400, ширина борозд – 0.7–0.9 м, ширина междурядий – около 3,5 м. Для посадки использовались сеянцы трех лет средней высотой 24 см и средним диаметром корневой шейки – 4,3 мм. Посадка произведена вручную в мае 1976 г. под меч Колесова густотой 1000 шт./га. На секции с уходом проводилась трехкратная обработка гербицидами для подавления травянистой растительности и пятикратная подкормка минеральными удобрениями (аммиачная селитра, азофоска, нитроаммофоска, карбамид) в дозах 15–30 г азота на одно растение. На контрольной секции мотокусторезом удалялись ольха, береза и ива.

Методика исследования. Исследование базировалось на определении базисной плотности по высоте ствола. Модельные деревья по результатам таксации пробных площадей отбирались в количестве 6 шт. по ступеням толщины. Обработка модельных деревьев проводилась по общепринятым методикам [Молчанов, 1967; Полубояринов, 1976; Усольцев, 2005]. Базисная плотность древесины рассчитывалась методом максимальной влагоемкости [Молчанов, Смирнов 1967].

Результаты исследования. Анализ таксационных данных насаждения по вариантам опыта показывает, что применение удобрений и гербицидов позволило существенно повысить все таксационные показатели культур. Особенно ярко это видно на значениях запаса культур, который повысился в 1,5 раза (табл. 1).

Таблица 1

Таксационные показатели 40-летних плантационных культур ели*

Исходная густота 1 тыс. шт./га, 2011 г.							
Вариант опыта	Густота, шт./га	D _{1,3} , см	H, м	Средний объем ствола, м ³	Относительная полнота	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га
Контроль	774	16,3	20,5	0,258	0,9	25,5	208
Удобрения + гербициды	893	17,8	21,9	0,337	1,3	35,5	312

* По данным лаборатории лесовосстановления СПБНИИЛХ (Бутенко О.Ю., Степаненко С.М.) [Маркова, Шестакова, 2004; Степаненко, 2013].

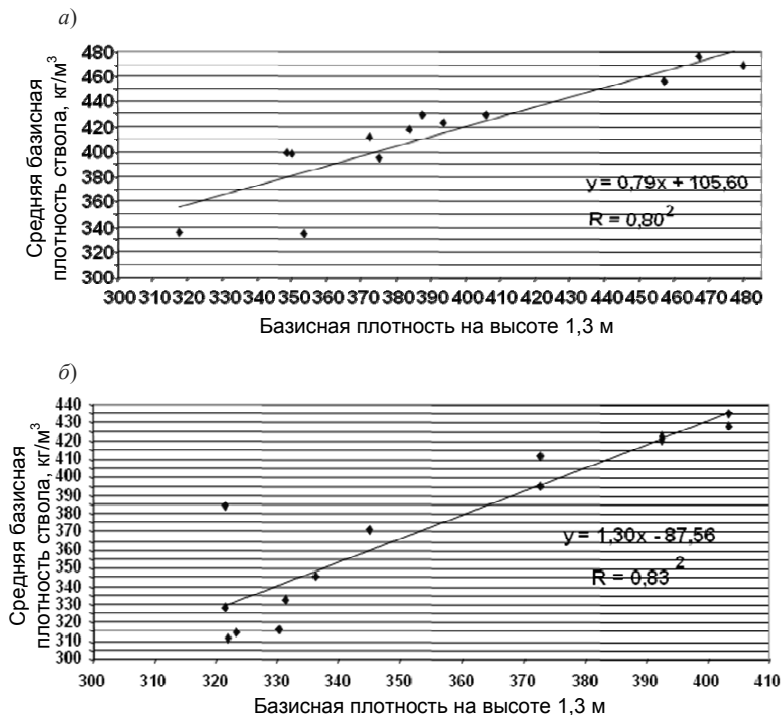


Рис. 1. Связь средней базисной плотности древесины ствола с плотностью на высоте 1,3 м для культур ели а) на контрольной секции, б) на секции с уходами

Показатели плотности образцов древесины ели позволили получить зависимости базисной плотности древесины ствола на высоте 1,3 м от средней базисной плотности ствола (рис. 1). Полученные уравнения описывают данные зависимости с высокими коэффициентами аппроксимации.

Средняя базисная плотность древесины ели на контрольной секции составила 413,2 кг/м³, размах между крайними значениями достигает 336–475,8 кг/м³. На секции с уходом средняя базисная плотность древесины ниже и составляет 372,5 кг/м³, размах между крайними величинами 311–428 кг/м³. Меньшие значения варьирования плотности древесины на секции с уходами обусловлены снижением конкуренции за минеральное питание в связи с периодическим внесением удобрений и уборкой травя-

ного покрова. Дополнительное питание вызвало активное развитие проводящей (ранней) древесины и, как следствие, снижение плотности древесины в целом, что подтверждается результатами других исследований [Антонов, Старостин, 1992; Данилов, 2012; Данилов, Степаненко, 2014; Степаненко, 2013].

Более высокая плотность древесины на контрольной секции и больший размах ее варьирования указывают на повышенную интенсивность конкуренции за меньшие ресурсы среды в зоне корневых систем. Повидимому, это связано с тем, что при данной густоте без дополнительного минерального питания образуется древесина с более высокими показателями плотности, а большее варьирование базисной плотности древесины по стволам связано с внутривидовыми конкурентными отношениями между деревьями.

Несомненный интерес представляет динамика плотности древесины по высоте стволов разных ступеней толщины (рис. 2). Варьирование плотности по ступеням толщины выше на секции с уходом, на контроле этот показатель ниже. На наш взгляд, это связано с большей густотой древостоя на секции с уходами.

На контрольной секции варьирование плотности древесины по высоте ствола характеризуется большими показателями, чем у деревьев на секции с уходом. Это связано, как с большим смещением ряда распределения по ступеням толщины деревьев вправо на секции с уходами, с меньшей конкуренцией в насаждении и с большей густотой древостоя. Для целлюлозно-бумажного производства предпочтительнее меньшее варьирование плотности и более однородные качественные показатели древесины по высоте ствола.

Варьирование плотности древесины по высоте ствола также связано с фитомассой кроны. На рис. 2 видно, что плотность древесины в зоне начала кроны возрастает скачкообразно и следует за кроной вверх, далее происходит неравномерное уменьшение плотности древесины по направлению к вершине. Можно предположить, что это связано с деятельностью камбия и массой кроны дерева. Конус нарастания древесины ствола в верхней части представлен больше ранней древесиной, чем поздней, что и приводит к снижению плотности. Кроме того, колебания плотности древесины в кроновой части ели связаны с наличием более плотных сегментов ксилемы в зоне крупных сучьев.

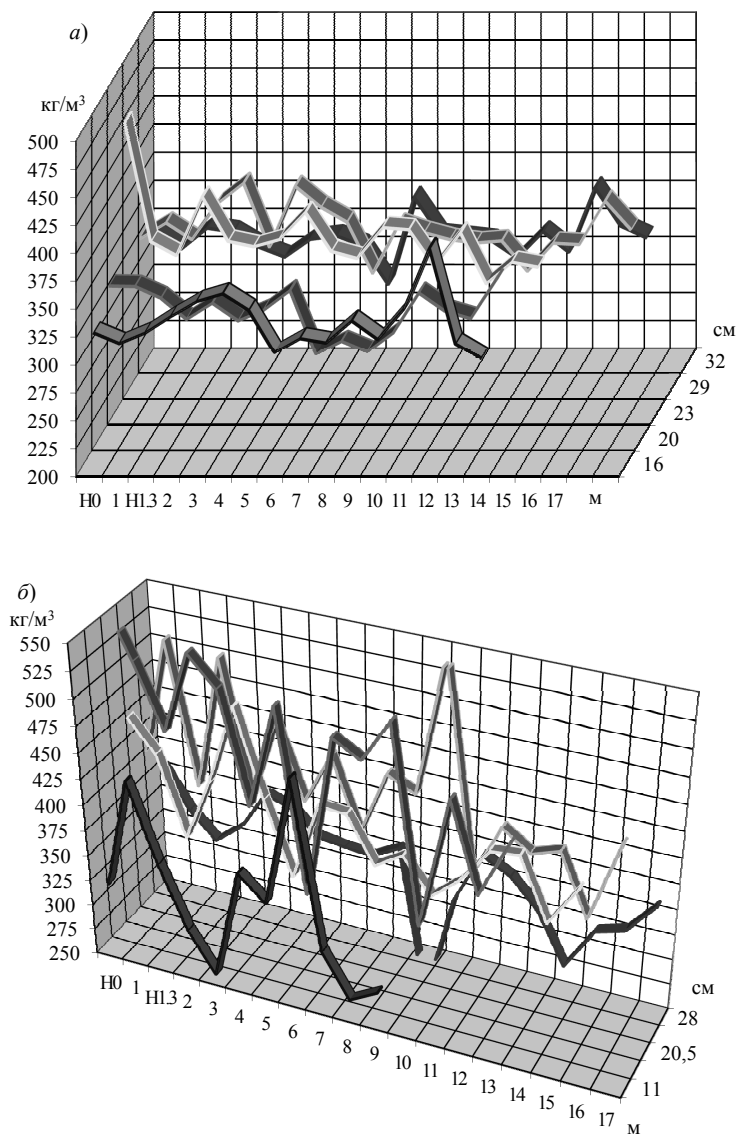


Рис. 2. Распределение базисной плотности древесины по ступеням толщины и высоте стволов ели:
а) контроль, б) секция с уходами

В табл. 2 приведены результаты распределения плотности древесины по высоте ствола, которые показывают, что в зоне крон плотность древесины варьирует больше, чем в стволовой части. На контрольной секции варьирование показателей плотности древесины выше, чем на секции с уходами. В целом следует отметить, что на секции с уходами показатели плотности древесины более однородные, чем на контрольной секции по всем ступеням толщины.

Таблица 2

Динамика плотности древесины ели по ступеням толщины

Высота отбора образца, м	Плотность древесины (кг/м ³) по ступеням толщины (см)				
	12	16	20	24	28
Контрольная секция					
17					359,8
16				428,6	328,9
15			394,9	349,7	321,1
14			354,5	408,4	278,1
13		438,8	413,0	399,2	327,3
12		383,4	410,0	417,2	355
11		466,1	375,1	364,8	368,7
10		339,6	352,8	563,2	317,9
9	281,4	523,4	385,6	429,6	206,8
8	266,4	482,6	369,4	442,7	356,0
7	308,6	497,3	412,5	379,0	341,9
6	468,1	341,9	414,1	447,8	343,8
5	342,0	513,9	336,9	397,5	347,2
4	365,1	414,4	407,3	467,8	369,8
3	254,4	517,6	489,5	388,2	377,8
2	293,8	544,2	412,1	515,8	337,8
1,3	353,7	467,2	350,4	387,7	317,8
1	428,1	526,2	426,9	521,4	342,6
0	319,4	579,8	456,2	410,4	381,4

Окончание табл. 2

Высота отбора образца, м	Плотность древесины (кг/м ³) по ступеням толщины (см)				
	12	16	20	24	28
Секция с уходом					
17				370,6	325,2
16				331,8	359,4
15			334,7	333,1	301,8
14	298,8	346,9	339,1	308,0	320,0
13	312,5	311,9	319,9	335,1	296,7
12	397,8	318,7	365,4	333,2	312,2
11	343,0	334,7	335,3	336,1	314,9
10	316,4	299,1	368,1	342,4	317,3
9	332,9	281,9	370,0	350,1	351,1
8	313,1	291,5	342,4	306,1	273,0
7	317,1	279,6	348,8	351,9	307,6
6	304,1	336,9	383,5	365,1	316,4
5	342,5	319,7	359,4	383,8	313,5
4	357,1	309,9	352,9	329,5	297,4
3	350,3	325,7	357,9	386,4	306,3
2	336,9	311,2	397,4	368,3	319,8
1,3	322,2	330,2	345	336,2	323,3
1	312,6	340,6	357,5	351,0	304,7
0	322,3	341,1	463,6	337,1	318,0

Примечание. Жирным шрифтом отмечено начало живой кроны.

Выводы. При ускоренном выращивании древесины на плантациях при коротком обороте рубки (40 лет) в условиях Северо-Запада РФ можно получать качественное балансовое сырье, соответствующее по своим показателям требованиям целлюлозно-бумажного производства, ГОСТ 6483.6–80 и ГОСТ 16483.18–72. Следует отметить, что естественные древостои достигают в 70–80 лет таких же запасов древесины в аналогичных условиях произрастания. Плотность древесины ели на опытных объектах варьирует

в пределах 372–413 кг/м³, т. е. находится на уровне средних показателей для чистых еловых древостоев района исследования. Проведение интенсивных уходов в плантационных культурах позволяет получить более однородную по показателям плотности древесины, а также приводит к разрастанию фракций кроны и формированию больших запасов надземной фитомассы.

Библиографический список

Антонов О.И., Старостин В.А. Влияние обрезки ветвей на качество древесины ели // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур: сб. науч. тр. / редкол. В.А. Старостин (отв. ред.) и др. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 143–146.

Волович П.И., Скригаловская В.А., Исайчиков М.Ф. О лесовыращивании быстрорастущих древесных пород в энергетических целях: проблемы и перспективы // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. трудов ИЛ НАН Беларуси. 2007. Вып. 67. С. 124–139.

ГОСТ 16483.18–72. Метод определения числа годичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годичном слое.

Данилов Д.А. Показатели строения древесины в плантационных культурах сосны и ели // Возобновляемые лесные ресурсы: инновационное развитие в лесном хозяйстве : тез. Междунар. конф., 6–8 июня 2012 г. СПб.: СПб ГЛТУ, 2012. С. 96–102.

Данилов Д.А., Степаненко С.М. Строение и плотность древесины ели и сосны в плантационных культурах Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 204. С. 35–46.

Жигунов А.В. Приоритетные направления лесного селекционного семеноводства и плантационного лесовыращивания на Северо-Западе России. Лесохозяйственная информация // Сборник научно-технической информации по лесному хозяйству. 2008. № 3–4.

Клебанов А. Плантационное лесовыращивание в мире // Лесное хозяйство. 2000. № 2. С. 54.

Ковалев М.С. Выращивание плантационных культур сосны и ели // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур: сб. науч. тр. / редкол.: В.А. Старостин (отв. ред.) и др. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 72–75.

Маркова И.А. Стандартизация качества плантационных культур ели и сосны // Лесное хозяйство. 1990. № 6. С. 30–33.

Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 100 с.

Полубояринов О.И. Плотность древесины. М.: Лесн. пром-сть. 1976. 259 с.

Румянцев Д.Е., Мельник П.Г. Влияние экологических факторов на формирование технических свойств древесины ели в условиях Тверской области // Лесной журнал. 2009. № 2. С. 28–34.

Степаненко С.М. Структура хвойных древостоев Северо-Запада России, созданных методом плантационного лесовыращивания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб.: СПб ГЛТУ, 2013. 20 с.

Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений: моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 147 с.

Шубин В.И., Гелес И.С., Крутов В.И., Морозова Р.М., Соколов А.И. Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках. Петрозаводск: КарНЦ СССР, 1991. 176 с.

Шутов И.В., Маслаков Е.Л., Маркова И.А. и др. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны). М.: Лесн. пром-сть, 1984. 248 с

Шутов И.В., Маркова И.А. и др. Плантационное лесоводство. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 366 с.

Маркова И.А., Шестакова Т.А., Большакова Н.В., Бутенко О.Ю. Обобщение 30-летнего опыта плантационного лесовыращивания в таежной зоне России // Тр. СПбНИИЛХ. 2004. Вып. 2 (12). С. 58–76.

Olesen P.O. The interrelation between basic density and ring width of Norway spruce // *DetForstlige Forsøgsvæsen I Danmark*. 1976. Dind XXXIV, pp. 341–359.

Mälkönen E., Babich H.A., Krutovja V.I. Markova I.A. (toim.) 2000. Metsänuudistaminen Euroopanpohjoisosissa. Suomalaisvenä läinenseminaari, Vuokatti 28.9.–2.10.1998.

Bibliography

Antonov O.I., Starostin V.A. Effect of pruning on wood quality of spruce. *Technology of creation and environmental aspects of the cultivation of high-yield plantations*: Coll. scientific. tr. Editorial board. V.A. Starostin (rep. ed.), etc. St. Petersburg, LenNILH, 1992, pp. 143–146. (Rus)

Volovich P.I., Skrigalovskaya V.A., Isaychikov M.F. About forest growing fast growing tree species for energy purposes: problems and prospects. *Problems of Forestry and Forestry*: Sat. scientific. IL NAS works. Gomel: IL NAS of Belarus, 2007, vol. 67, pp. 124–139. (Rus)

GOST 16483.18–72. A method of determining the number of yearly layers in 1 cm and the content of late wood in the yearly layer. (Rus)

Danilov D.A. Indicators of building timber in plantation crops of pine and spruce. *Proceedings of the International Conference «Renewable Wood Resources: innovative development in forestry*. St. Petersburg GLTU from 6 to 8 June 2012. St. Petersburg, 2012, pp. 96–102. (Rus)

Danilov D.A., Stepanenko S.M. The structure and density of the spruce and pine plantation crops in the Leningrad region. *Proceedings of the St. Petersburg Forest Technical Academy*, 2014, vol. 204, pp. 35–46. (Rus)

Zhigunov A.V. Priority areas of forest seed breeding and plantation forest growing in the Northwest Russian Forestry Information. *Collection of scientific and technical information on forestry*, 2008, no. 3–4. (Rus)

Klebanov A. Plantation forest growing in the world. *Host of Forestry*, 2000, no. 2, p. 54. (Rus)

Kovalev M.S. Growing crops plantation pine and spruce. *Technology of creation and environmental aspects of the cultivation of high-yield plantations*: Coll. scientific. tr. Editorial board. Starostin VA. (rep. ed.), etc. St. Petersburg, LenNILH, 1992, pp.72–75. (Rus)

Markova I.A. Standardization of quality plantation cultures of spruce and pine. *Forestry*, 1990, no. 6, pp. 30–33. (Rus)

Molchanov A.A., Smirnov V.V., Method for studying growth of woody plants. Moscow, Nauka, 1967. 100 p. (Rus)

Poluboyarinov O.I. The density of the wood. Moscow, Forest Industry, 1976. 259 p. (Rus)

Rumyantsev D.E., Melnik P.G. Influence of environmental factors the formation of the technical properties of spruce wood in a Tver region. *Forest Journal*, 2009, no. 2, pp. 28–34. (Rus)

Stepanenko S.M. The structure of the coniferous stands in Northwest Russia, established by plantation forest growing synopsis. Dis. cand. sel. host. Sciences. St. Petersburg, GLTU, 2013. 20 p. (Rus)

Usoltsev V.A., Zalesov S.V. Methods for determination of the biological productivity of plants: monograph. Ekaterinburg, Ural. gos. Forestry Engineering. University Press, 2005. 147 p. (Rus)

Shubin V.I., Gelesi I.S., Vladimir K.I., Morozova R.M., Sokolov A.I. Increased productivity of pine and spruce crops in clearings. Petrozavodsk, Karelian Research Centre of the USSR, 1991. 176 p. (Rus)

Shutov I.V., Markova I.A. and etc. Plantations (intensive cultivation of spruce and pine). M., Forest. ind-st, 1984. 248 p. (Rus)

Shutov I.V., Markova I.A. and etc. Plantation forestry. St. Petersburg, St. Petersburg. Polytech. University, 366 p. (Rus)

Markova I.A., Shestakova T.A., Bol'shakova N.V., Butenko O.Iu. Obobshchenie 30-letnego opyta plantatsionnogo lesovyrashchivaniia v taezhnoi zone Rossii. *Tr. SPbNILKh.* 2004. Vyp. 2 (12). S. 58–76. (Rus)

Olesen, P.O. The interrelation between basic density and ring width of Norway spruce. *DetForstligeForsøgsråden I Danmark*, 1976. Dind XXXIV, pp. 341–359.

Mälkönen E., Babich H.A., Krutovja V.I., Markova I.A. (ed.) 2000. Forest regeneration in northern Europe. Finnish Russian Seminar, Vuokatti 28.9–2.10.1998.

Тюрин Д.С., Данилов Д.А., Данилов Ю.И. Фитомасса и плотность древесины ели в 40-летних плантационных культурах // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 214. С. 120–130.

Рассмотрены показатели фитомассы 40-летних плантационных культур ели, в зависимости от густоты посадки и влияние уходов на плотность стволовой древесины.

Ключевые слова: плантационные культуры ели, базисная плотность, варьирование плотности по высоте ствола, надземная фитомасса.

Tyurin D.S., Danilov D.A., Danilov Y.I. Fitomass and density of spruce in 40 years of plantation crops. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoi Akademii*, 2015, is. 214, pp. 120–130 (in Russian with English summary).

Are considered indicators of biomass of 40-year old spruce plantation crops, depending on the planting density and the impact of withdrawals on the density of stem wood.

Key words: plantation crops spruce, basic density, density variation in the height of the trunk, above-ground phytomass.

ТЮРИН Дмитрий Сергеевич – аспирант кафедры лесных культур Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: djdimaturn@gmail.com

TYURIN Dmitry S. – Postgraduate, St. Petersburg State Forestry University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: djdimaturn@gmail.com

ДАНИЛОВ Дмитрий Александрович – доцент кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета, кандидат сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Stown200@mail.ru

DANILOV Dmitry A. – PhD (Agricultural), Associate Professor St. Petersburg State Forestry University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: Stown200@mail.ru

ДАНИЛОВ Юрий Иванович – доцент, заведующий кафедры лесных культур Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: leskultur@mail.ru

DANILOV Yuriy I. – Associate Professor St. Petersburg State Forestry University, head of the department of forest crops.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: leskultur@mail.ru