

ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ И ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ

УДК 630*232.324.3

В. К. Гвоздев, А. П. Волкович

Белорусский государственный технологический университет

СТРУКТУРА И ЗАПАСЫ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ В ЕЛОВЫХ КУЛЬТУРФИТОЦЕНОЗАХ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ

В статье приводится обоснование необходимости использования данных о запасах фитомассы древостоев в весовых единицах не только для решения практических задач народного хозяйства, но и для объективной оценки продуктивности лесов, выполнения ими различных средообразующих функций, а также для установления эффективности проводимых лесохозяйственных мероприятий. На современном этапе развития научных исследований наличие сведений о запасах надземной и подземной фитомассы насаждений позволяет исследовать такие глобальные проблемы, как формирование углеродного баланса определенных регионов. Проанализированы концептуальные подходы различных исследователей к установлению оптимальной густоты посадки при создании лесных культур основных лесообразующих пород. Установлено, что при проектировании густоты посадки необходимо использовать такие критерии, как индекс равномерности посадки и показатель условного параметра питания растений.

Приведены данные о запасах надземной фитомассы по фракциям в еловых культурфитоценозах с густотой посадки от 3,3 до 15,6 тыс. шт./га. На основании анализа полученных сведений установлены закономерности формирования чистых еловых насаждений. Выявлено, что на начальном этапе формирования (до 20 лет) запасы стволовой и надземной фитомассы значительно выше в вариантах средней густоты посадки (6700 шт./га) и густых культурах (15 600 шт./га). На более позднем этапе (возраст 35 лет), который характеризуется обострением внутривидовых конкурентных взаимоотношений и интенсивным отпадом, проявляется обратная тенденция и запасы надземной фитомассы уже в редких культурах (3300 шт./га) в 2,3 раза выше, чем в густых. Выявленные тенденции подтверждаются аналогичным характером изменения таксационных показателей древостоев.

Ключевые слова: культурфитоценозы разной густоты, запасы фитомассы, густота посадки, закономерности формирования насаждений.

V. K. Gvozdev, A. P. Volkovich

Belarusian State Technological University

STRUCTURE AND RESERVES OF ABOVE-GROUND PHYTOMASS IN SPRUCE CULTURE PHYTOCENOSES OF DIFFERENT DENSITY

The article presents a substantiation of necessity of use data about stocks of phytomass of forest stands in weight units not only for solving practical problems of the national economy, but also for objectively evaluating forest productivity, performing various environmental functions, and also for establishing the effectiveness of forest management measures. At the present stage of development of scientific research, the availability of information on the reserves of aboveground and underground phytomass of plantations makes it possible to investigate such global problems as the formation of the carbon balance of certain regions. The conceptual approaches of various researchers to the establishment of optimal planting density in the creation of forest cultures of the main forest-forming species are analyzed. It has been established that when designing planting density, it is necessary to use such criteria as an index of uniformity of planting and an indicator of the conditional parameter of plant nutrition.

The data on the stocks of aboveground phytomass by fractions in spruce culture phytocenoses and plant communities with a planting density from 3.3 to 15.6 thousand pcs / ha are given. Based on the analysis of the information obtained, the regularities of the formation of pure spruce plantations are established. It was established that at the initial stage of formation (up to 20 years), the reserves of stem and aboveground phytomass are significantly higher in the variants of average planting density

(6700 pcs / ha) and thick cultures (15 600 pcs / ha). At a later stage (age 35 years), which is characterized by an aggravation of intraspecific competitive relationships and intensive outbreaks, the opposite trend and stocks of aboveground phytomass already appear in rare crops (3300 pcs / ha) 2.3 times higher than in dense ones. The revealed trends are confirmed by the similar nature of changes in the valuation indicators of forest stands.

Key words: culture phytocenoses of different density, phytomass reserves, planting density, patterns of planting formation.

Введение. Лесные биогеоценозы играют важную роль в процессе преобразования и аккумуляции солнечной энергии, поступающей на земную поверхность. В результате использования из атмосферы углекислого газа, воды и физиологически активной радиации в процессе фотосинтеза осуществляется образование органического вещества. В этом плане повышение продуктивности лесов должно идти по пути увеличения прироста органической массы древостоев, в том числе и стволовой части. Многие исследователи пришли к выводу, что важно знать запасы не только стволовой древесины, но и других частей деревьев – это позволит рационально использовать разнообразную продукцию деревьев в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве [1–3]. Проблема всестороннего изучения фитомассы насаждений различного состава и возраста, составление таблиц хода роста по составляющим компонентам была поставлена и активно разрабатывалась, начиная с 70-х г. прошлого столетия. Одним из направлений комплексных биоценологических исследований Лаборатории лесоведения АН СССР в 1970–1990 гг. явилось изучение продуктивности биологической массы в биогеоценозах. По мнению А. А. Молчанова, В. В. Смирнова и других исследователей, получение подробных сведений о запасах фитомассы различных древостоев в весовых единицах имеет не только практическое значение, но и позволяет объективно исследовать вопросы повышения продуктивности лесов, а также выполнения ими водоохранной, почвозащитной и климаторегулирующей роли [1, 2].

Многие исследователи отмечают необходимость использования данных о запасах фитомассы древостоев по составляющим компонентам в весовых единицах для оценки эффективности проведенных лесохозяйственных мероприятий, в том числе при лесовосстановлении, проведении рубок и др. [4, 5 и др.]. На современном этапе развития лесной науки наличие данных о запасах фитомассы различных древостоев позволяет исследовать такие глобальные проблемы, как расчет углеродного баланса лесов. Общеизвестно, что леса обладают значительным потенциалом, позволяющим оказать существенное воздействие на величину и направление потоков углерода в глобальном

углеродном круговороте. Увеличение фитомассы лесной экосистемы приводит к нетто-потоку углерода от атмосферы в лес и соответственно его стоку из атмосферы. Уменьшение фитомассы изменяет направление нетто-потока на противоположное и приводит к притоку атмосферного углерода [6]. Профессором кафедры лесоводства БГТУ Рожковым Л. Н. разработана методика расчета углеродного баланса лесов, для использования которой необходимы сведения о годичном приросте фитомассы древостоя (стволовая древесина в коре + сучья, ветви, хвоя (листья) + пни и корни). Указанная методика позволяет оценить составляющую роль депонирования углерода как экосистемой, так и отдельными насаждениями [6].

Целью наших исследований стало изучение структуры запасов надземной фитомассы еловых культурфитоценозов разной густоты посадки и на этой основе обоснование эффективности лесовосстановительных работ.

Основная часть Исследования проводились на стационарном опытном объекте, созданном в 1985 г. в Негорельском учебно-опытном лесхозе. Тип условий местопроизрастания В₂, почва на участке дерново-подзолистая рыхлосупесчаная. Лесные культуры ели европейской густотой от 3,3 до 15,6 тыс. шт./га были созданы вручную под меч Колесова саженцами четырехлетнего возраста. Более полное описание объекта исследований произведено ранее [7]. Учет запасов надземной фитомассы древостоев ели различной густоты посадки проводился по методике, разработанной А. А. Молчановым и В. В. Смирновым. При этом в каждом варианте опыта отбирали 3 модельных дерева, срезали их и разделяли на следующие фракции: ствол, сухие ветви, живые неохвоенные ветви, живые охвоенные ветви – лапник. Из последних выбирали среднюю по показателям охвоения ветвь и выделяли хвою 1-го, 2-го, 3-го года и выше, а также побеги таких же возрастов, все части взвешивали в сыром и абсолютно сухом состояниях [8]. Влажность древесины определялась по ГОСТ 16483.7-71 [9].

Изучение эколого-фитоценологических особенностей формирования еловых насаждений с целью выявления их устойчивости и продуктивности в зависимости от густоты посадки

является актуальной задачей лесного хозяйства. Поэтому вопросы оптимальной густоты насаждений были и остаются в центре внимания ученых и лесоводов-практиков. К одним из первых опытных лесных культур разной густоты посадки следует отнести посадки и посевы сосны и ели, созданные под руководством профессора Кунце в Германии в 1861–1863 гг. В этом опыте были созданы культуры в семи вариантах густоты – от 2,5 до 14 тыс. шт./га с квадратным и рядовым размещением мест. В России в конце XIX – начале XX в. вопросы изучения особенностей формирования лесных культур разной густоты занимались такие известные ученые, как проф. Турский М. К. (1879 г.), проф. Нестеров Н. С. (1901 г.), проф. Тольский А. П. (1913–1914 гг.) и др. [10]. В послевоенный период были проведены масштабные исследования, позволяющие значительно расширить и углубить область знаний об особенностях формирования культурфитоценозов разной густоты. Так, Л. А. Кайрюкшис и А. И. Юодвалькис на основании результатов длительных экспериментальных исследований и практического опыта по оптимизации густоты выращивания еловых и елово-лиственных лесов разработали новый способ определения оптимальной густоты хвойных молодняков, применение которого позволяет на 20–40% увеличить текущий прирост в высоту и на 6–15 лет ускоряет их техническую спелость, не снижая общую продуктивность [11]. А. И. Писаренко и М. Д. Мерзленко (Союзгипролесхоз) обосновали необходимость использования при выборе оптимальной густоты посадки показателя «индекс равномерности», который характеризует отношение ширины междурядий к шагу посадки. Ими рассмотрены особенности формирования лесных культур сосны и ели и предложены оптимальные варианты густоты посадки с использованием индекса равномерности [12]. Оригинальный метод определения оптимальной густоты лесных культур предложен М. Д. Мерзленко, который основан на учете сочетания численности древесной популяции с величиной среднего диаметра древостоя. Был предложен показатель условного параметра питания, по которому можно судить о том, сколько квадратных метров площади, занимаемой древостоем, пошло на образование 1 м² площади сечения среднего дерева, что позволило количественно выразить синэкологические условия существования древесного сообщества. Было установлено, что оптимальная густота стояния соответствует минимально возможной величине площади, которая приходится на образование 1 м² площади сечения среднего дерева. Исходя из этого сделан расчет экологически

оптимальных величин площади в возрастном диапазоне модельных популяций ели в возрасте от 17 до 70 лет [13, 14].

Анализ особенностей формирования лесных культур ели по четырем вариантам опыта проведен для 20-летних и 35-летних насаждений (табл. 1). Следует отметить, что в 20-летнем возрасте во всех вариантах опыта еще не наступила фаза активного изреживания. Отпад деревьев незначительный, поэтому сохранность деревьев высокая и колеблется от 92 до 98%. Прослеживается четкая зависимость уменьшения среднего диаметра с увеличением густоты посадки. По сравнению с величиной среднего диаметра в культурах средней густоты посадки (5 тыс. шт./га) в редких культурах этот показатель выше на 20%, а в густых ниже на 34%. Средняя высота в различных вариантах густоты посадки имеет небольшие различия, за исключением густых культур. Полнота древостоев на всех участках возрастает с увеличением густоты посадки и составляет от 0,96 в редких до 1,57 в густых культурах. Наибольшие запасы стволовой древесины характерны для густых культур – 136–140 м³/га, что на 15% выше, чем в редких. Более высокие показатели полноты и запасов в густых культурах объясняются высокой сохранностью деревьев, в том числе тонкомерных (объем одного ствола в редких и густых культурах различаются в 3,7 раза).

Анализ показателей роста и продуктивности 35-летних насаждений показывает, что в формировании еловых насаждений наблюдаются новые тенденции, которые обусловлены обострением конкурентных внутривидовых отношений за свет, влагу и элементы питания. Сохранность лесных культур варьирует уже в широком диапазоне – от 75% в редких культурах до 20% в густых. На участках с густотой посадки 15,6 тыс. шт./га за 15-летний период произошел интенсивный отпад деревьев, количество которых уменьшилось более чем в 4 раза. Изменение среднего диаметра по вариантам опыта имеет ту же тенденцию – этот показатель в 1,4 раза выше в редких культурах по сравнению с густыми. В связи с большим отпадом деревьев в густых культурах более высокая полнота наблюдается в культурах средней густоты посадки. Запасы стволовой древесины за 15 лет значительно выросли (в 4 раза) в редких культурах и культурах средней густоты. Этот показатель в 2,1 раза выше в редких культурах по сравнению с густыми. Увеличилась амплитуда колебаний объема одного ствола – в редких и густых культурах этот показатель различается в 2,6 раза, что указывает на существенное различие в размерно-качественной характеристике древесного запаса по вариантам опыта.

Таблица 1

**Показатели роста и продуктивности лесных культур ели разной густоты посадки
(в числителе приведены данные для насаждений 20-летнего возраста,
в знаменателе – для 35-летних)**

Вариант опыта	Схема посадки, м густота, шт./га	Число деревьев, шт./га	Сохранность, %	Средние		Класс бонитета	Сумма площади поперечного сечения, м ² /га	Полнота	Запас стволовой древесины, м ³ /га	Объем одного ствола, дм ³
				Д, см	Н, м					
1	3×1	3 240	98	9,2	9,6	I	21,6	0,96	115	35,5
	3 300	2 480	75	16,5	17,1	I	53,1	1,54	462	186,3
2	2×1	4 720	94	7,7	8,7	I	21,8	1,15	108	22,9
	5 000	3 280	66	14,3	15,5	I	52,7	1,61	432	131,7
3	1,5×1	6 360	95	7,3	9,2	I	26,5	1,22	140	22,0
	6 700	4 130	62	12,0	13,5	I	46,7	1,60	334	80,9
4	0,8×0,8	14 380	92	5,1	7,4	I	28,9	1,57	136	9,5
	15 600	3 130	20	11,4	12,8	II	31,8	1,13	221	70,6

Таблица 2

**Структура фитомассы ели в лесных культурах разной густоты посадки,
т/га абсолютно сухого вещества (данные для насаждений 20-летнего и 35-летнего возрастов)**

Части дерева	Фитомасса (т/га) при густоте посадки (шт./га)							
	3 300		5 000		6 700		15 600	
	35 лет	20 лет	35 лет	20 лет	35 лет	20 лет	35 лет	20 лет
Лапник	38,1	21,8	25,1	16,6	19,6	20,1	13,8	15,8
В том числе:								
хвоя 1-го года	8,51	3,8	5,04	2,3	3,27	1,5	2,80	1,3
побеги 1-го года	2,36	1,0	1,24	0,6	0,70	0,4	0,73	0,3
хвоя 2-го года	8,55	3,8	6,69	2,2	4,42	2,5	3,51	3,2
побеги 2-го года	2,92	1,1	2,29	0,7	1,11	1,0	0,89	0,6
хвоя 3-го и более	9,54	7,4	5,98	6,9	6,04	9,1	3,48	6,9
побеги 3-го и более	6,23	4,5	3,9	3,9	4,08	5,6	2,42	3,6
Неохвоенные живые ветви	14,6	4,9	7,6	4,0	7,3	3,6	8,8	5,1
Сухие ветви	14,5	4,3	16,6	4,2	10,3	6,0	9,3	6,2
Ствол	273,3	39,6	212,0	48,0	172,9	56,0	118,9	56,5
<i>Итого</i>	340,5	70,5	261,3	72,7	210,1	85,7	150,8	83,6

Анализ структуры надземной древесной фитомассы в культурфитоценозах ели также позволил выявить определенные тенденции на разных возрастных этапах. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в 20-летнем возрасте общие запасы надземной древесной фитомассы возрастают с увеличением густоты посадки и достигают наибольшего значения при густоте посадки 6700 шт./га (85,7 т/га), несколько ниже этот показатель в очень густых культурах (15 600 шт./га) – 83,6 т/га. В редких культурах (3 300 шт./га) запасы на 17% ниже, чем в культурах средней густоты (табл. 2) [15].

Распределение надземной древесной фитомассы 20-летних древостоев ели по фракциям позволяет сделать вывод о том, что долевое участие стволовой древесины составляет 56–68%, лапника – 23–31%, ветвей – 11–13% от

общих запасов. С увеличением густоты посадки наблюдается возрастание доли участия стволовой древесины и снижение охвоенных живых ветвей (с 32 до 17%). Долевое участие сухих и неохвоенных живых ветвей во всех вариантах густоты посадки одинаково – 4–7% от общих запасов фитомассы. Следует отметить тенденцию снижения массы хвои с увеличением густоты посадки. Особенно это характерно для однолетней хвои – если в редких культурах ее масса составляет 5,4%, средних по густоте – 3,2–1,8%, то в очень густых культурах – 1,6% от общих запасов фитомассы. Доля участия двухлетней хвои снижается с 5,4 до 3,8%, а трехлетней и более старой – с 10,4 до 8,3%.

Анализ накопления надземной фитомассы 35-летними древостоями показывает, что общие запасы значительно выше в редких культурах – 340,5 т/га. Этот показатель ниже на 33–38% в

культурах средней густоты посадки, а в густых культурах меньше в 2,3 раза. Проявилась новая тенденция накопления стволовой древесины – в редких культурах и культурах средней густоты долевое участие стволов составляет 80–82% от общих запасов надземной древесной фитомассы, в то время как в густых культурах этот показатель несколько ниже – 78,8%.

Следует отметить более высокое долевое участие охвоенных живых ветвей в редких культурах (11,2%), в то время как в остальных вариантах опыта лапник составляет 9,2–9,6% от общей массы. Эта закономерность также характерна для однолетней хвои – ее масса в культурах с густотой посадки 3300 шт./га составляет 2,5%, в то время как на других участках от 1,6 до 1,9% от всей массы. В накоплении хвои двухлетнего и трехлетнего возраста во всех вариантах опыта различий не наблюдается – ее содержание колеблется от 2,1 до 2,9% от общей массы. Значимых различий по содержанию сухих ветвей и неохвоенных живых ветвей в культурах разной густоты посадки также не выявлено. Следовательно, в 35-летних еловых насаждениях характер распределения надземной

древесной фитомассы существенно отличается от такового в 20-летних культурфитоценозах.

Заключение. На основании проведенных исследований установлено, что в процессе возрастной динамики в формировании еловых культурфитоценозов разной густоты посадки наблюдаются определенные закономерности. Характер изменений запасов надземной фитомассы и ее основных фракций (масса ствола и лапника) в 20 и 35-летних еловых насаждениях аналогичен изменениям таких важных таксационных показателей, как полнота, сохранность и запасы стволовой древесины. Установленные тенденции формирования лесных культур ели обусловлены активным проявлением конкурентных внутривидовых взаимовлияний деревьев в насаждениях, которые носят трансбиотический характер. Полученные данные позволяют сделать вывод, что рост и развитие одноярусных древостоев ели европейской различной начальной густоты и неравномерного расположения деревьев происходит по всеобщим биологическим законам, что согласуется с исследованиями других авторов [16 и др.].

Литература

1. Смирнов В. В. Органическая масса в некоторых лесных фитоценозах европейской части СССР. М.: Наука. 1971. 360 с.
2. Молчанов А. А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон. М.: Наука. 1971. 270 с.
3. Актанайтис В. В., Загребев В. В. Прирост леса. М.: Лесная пром-сть, 1981. 200 с.
4. Сироткин Ю. Д., Грук П. В. Фитомасса культур сосны разной исходной густоты // Лесоведение и лесное хоз-во. 1980. Вып. 15. С. 35–39.
5. Дружинин Ф. Н. Надземная фитомасса подпологовой ели после комплексных рубок // Лесной журнал. 2012. № 3. С. 19–24.
6. Рожков Л. Н. Углеродный баланс лесов: как рассчитать // Лесное и охотничье хоз-во. 2005. № 3. С. 26–29.
7. Гвоздев В. К., Волкович А. П. Динамика роста и продуктивности лесных культур ели европейской разной густоты посадки // Труды БГТУ. 2012. № 1: Лесное хоз-во. С. 161–164.
8. Молчанов А. А., Смирнов В. В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 100 с.
9. Древесина. Методы определения влажности: ГОСТ 16483.7-71. В сб. стандартов: Древесина. Отбор образцов и методы испытаний. М.: Изд-во стандартов. 1986. С. 55–58
10. Редько Г. И., Родин А. Р., Трещевский И. В. Лесные культуры. М.: Лесная пром-сть. 1980. 386 с.
11. Кайрюкштис Л. А., Юодвалькис А. И. Оптимальная густота еловых молодняков // Лесное хоз-во. 1975. № 2. С. 18–22.
12. Писаренко А. И., Мерзленко М. Д. Густота культур и индекс равномерности // Лесное хоз-во. 1978. № 1. С. 58–59.
13. Мерзленко М. Д. Теоретические аспекты зависимости оптимальной густоты стояния лесных культур от площади питания // Лесной журнал. 1986. № 1. С. 28–31.
14. Мерзленко М. Д. Целевая оптимизация густоты лесных культур // Лесное хоз-во. 1992. № 4–5. С. 19–21.
15. Волкович А. П., Гвоздев В. К. Влияние агротехнологических приемов на структуру надземной древесной фитомассы в лесных культурах ели европейской // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. 2002. Вып. X. С. 236–238.
16. Разин Г. С. О законах и закономерностях роста и развития, жизни и отмирания древостоев // Лесной журнал. 2012. № 1. С. 18–23.

References

1. Smirnov V. V. *Organicheskaya massa v nekotorykh lesnykh fitotsenozokh Evropeyskoy chasti SSSR* [Organic mass in some forest phytocenoses of the European part of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 1971. 360 p.
2. Molchanov A. A. *Produktivnost' organicheskoy massy v lesakh razlichnykh zon* [Efficiency of the organic mass in forests of various zones]. Moscow, Nauka Publ., 1971. 270 p.
3. Aktanaytis V. V., Zagreev V. V. *Prirost lesa* [Forest Growth]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1981. 200 p.
4. Sirotkin Yu. D., Gruk P. V. Phytomass of pine cultures of different initial density. *Lesovedeniye i lesnoye khozyaystvo* [Forest Science and Forestry], 1980, vol. 15, pp. 35–39 (In Russian).
5. Druzhinin F. N. Elevated phytomass of subspecific spruce after complex logging. *Lesnoy zhurnal* [Forest Journal], 2012, no. 3, pp. 19–24 (In Russian).
6. Rozhkov L. N. Carbon balance of forests: how to calculate. *Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo* [Forest and hunting economy], 2005, no. 3, pp. 26–29 (In Russian).
7. Gvozdev V. K., Volkovich A. P. Dynamics of growth and productivity of forest cultures of spruce trees of European different density of planting. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012. no. 1: Forestry, pp. 161–164 (In Russian).
8. Molchanov A. A., Smirnov V. V. *Metodika izucheniya prirosta drevesnykh rasteniy* [Methods of studying the growth of woody plants]. Moscow, Nauka Publ., 1967. 100 p.
9. GOST 16483.7-71. Wood. Methods for determining humidity. On Sat Standards: Wood. Sampling and test methods. Moscow, Publishing house of standards Publ., 1986, pp. 55–58 (In Russian).
10. Red'ko G. I., Rodin A. R., Treshchevsky I. V. *Lesnyye kul'tury* [Forest cultures]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1980. 386 p.
11. Kayrykshtis L. A., Uodval'kis A. I. Optimal density of spruce young forests. *Lesnoye khozyaystvo* [Forest Management], 1975, no. 2, pp. 18–22 (In Russian).
12. Pisarenko A. I., Merzlenko M. D. Density of Cultures and the Uniformity Index. *Lesnoye khozyaystvo* [Forest Management], 1978, no. 1, pp. 58–59 (In Russian).
13. Merzlenko M. D. Theoretical aspects of the dependence of the optimal density of standing of forest crops on the area of food. *Lesnoy zhurnal* [Forest Journal], 1986, no. 1, pp. 28–31 (In Russian).
14. Merzlenko M. D. Target optimization of density of forest crops. *Lesnoye khozyaystvo* [Forest Management], 1992, no. 4–5, pp. 19–21 (In Russian).
15. Volkovich A. P., Gvozdev V. K. Influence of agrotechnological methods on the structure of above-ground woody phytomass in forest spruce spruce forests. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series I, Forestry, 2002, issue X, pp. 236–238 (In Russian).
16. Razin G. S. On the laws and laws of growth and development, life and dying off of tree stands. *Lesnoy zhurnal* [Forest Journal], 2012. no. 1, pp. 18–23 (In Russian).

Информация об авторах

Гвоздев Валерий Кириллович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: gvozdev@belstu.by

Волкович Александр Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: volkovich@belstu.by

Information about the authors

Gvozdev Valery Kirillovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Cultures and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gvozdev@belstu.by

Volkovich Alexander Petrovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Cultures and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: volkovich@belstu.by

Поступила 22.10.2018