

ОСОБЕННОСТИ ТАКСАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЕВ ЕЛИ И СОСНЫ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

С.В. Вавилов, О.И. Антонов, И.А. Соколовский

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5

woodfm@mail.ru

Получение достаточного количества товарной древесины при внедрении интенсивного лесопользования невозможно без организации системы интенсивного выращивания искусственных насаждений с более коротким возрастом рубки спелых древостоев с учетом их целевого назначения и конъюнктуры спроса. Эти насаждения отличаются набором, интенсивностью и регулярностью лесокультурных и лесоводственных мероприятий. Динамика различных показателей и накопления биомассы в них иная, нежели в естественных насаждениях. В связи с этим применение руководящих документов по организации пользования лесом, а также ряда оценочных таксационных нормативов представляется не вполне корректным. С целью изучения товарной структуры, моделирования хода роста и разработки сортиментных таблиц искусственных древостоев исследованы лесные культуры сосны и ели, созданные из семян и саженцев с открытой и закрытой корневой системой, с различным режимом выращивания. Всего исследовано 5 вариантов посадочного материала. Однолетние сеянцы ели, в отличие от сеянцев сосны, более подвержены стрессовым нагрузкам при пересадке из теплицы в открытый грунт, что ведет в дальнейшем к отставанию их в росте и некоторой деформации рядов распределения деревьев по ступеням толщины по сравнению с культурами сосны и ели, созданных саженцами. Установлено, что существует взаимосвязь между диаметром дерева на высоте 1,3 м и его высотой, а также между диаметром, высотой и видовым числом (старым). Выявлено, что средние таксационные показатели у лесных культур сосны и ели одного и того же возраста, созданных идентичным посадочным материалом, практически равны, а значения распределения деревьев по ступеням толщины близки друг к другу. В то же время зависимость объема ствола от диаметра отличается от приведенной в нормативных таблицах для аналогичного разряда высот. Сопоставление полученных результатов с данными таблиц объемов и разрядов высот показало существенные расхождения между ними, что нивелируется подбором для лесных культур разрядов высот в имеющихся таблицах не по одной точке (d_m и h_m), а по нескольким ступеням толщины (две-три ступени). Установлены существенные отличия товарной структуры изучаемых древостоев от данных сортиментно-сортных таблиц. На основании прогноза динамики среднего периодического и среднего общего прироста по высоте, диаметру и объему выявлено, что количественная спелость в изучаемых искусственных древостоях наступит раньше возраста, устанавливаемого лесоустройством для естественных насаждений.

Ключевые слова: интенсивное лесовыращивание, лесные культуры, таксационная структура, товарная структура, сортиментно-сортные таблицы

Ссылка для цитирования: Вавилов С.В., Антонов О.И., Соколовский И.А. Особенности таксационной структуры древостоев ели и сосны искусственного происхождения // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 1. С. 13–18. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-1-13-18

Необходимость исследования хода роста искусственных насаждений возникла с середины 1970-х гг. в связи с выдвиганием идеи создания надежной сырьевой базы для целлюлозно-бумажной промышленности за счет интенсивного лесовосстановления и внедрения плантационного лесовыращивания [1–3].

Следует отметить, что при оценке искусственных насаждений и проведении проектных расчетов нельзя ориентироваться на имеющиеся таблицы хода роста и другие нормативные материалы, так как их развитие (тем более развитие плантационных культур) имеет свои особенности.

Фундаментальные работы с составлением подробной методики таксации молодняков как естественного, так и искусственного происхождения были выполнены В.С. Моисеевым [4, 5]. Дифференциацию таксационных показателей лесных культур с разной исходной плотностью и

размещением деревьев, а также увеличение класса бонитета культур, вызванное естественными причинами, изучал Н.М. Прокопьев [6].

Вопросами статистической обработки таксационных и лесоводственных данных, которые в настоящее время являются основным инструментом анализа, занимались: М.М. Орлов, А.К. Митропольский, А.В. Тюрин, Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Л.Н. Яновский и др. [7, 8]. Существуют различные варианты применения методов математической статистики при оценке хода роста лесных культур до возраста перевода их в категорию покрытых лесом площадей [9] и при моделировании его для взрослых древостоев [10, 11].

В связи с предполагаемыми коренными переменами в деятельности лесного комплекса России — увеличением сроков аренды лесного фонда, интенсификацией отрасли, повышением доли глубокой переработки древесины и т. д. —

плантационное лесовыращивание может стать основным эффективным способом воспроизводства лесных ресурсов в регионах с интенсивным лесным хозяйством и развитой инфраструктурой.

Хотя опубликовано немало материалов по исследованию закономерностей роста и формирования древостоев лесных культур, в том числе по изучению способов повышения экономической эффективности искусственного лесовыращивания [12], это направление исследовательской деятельности становится все более важным и востребованным.

Цель работы

Цель работы заключалась в изучении хода роста, товарной и таксационной структуры искусственных древостоев сосны и ели, созданных различным посадочным материалом.

Объекты и методика исследований

Объектом наших исследований являлись опытные лесные культуры ели и сосны, заложенные под руководством Т.И. Козловой в 1980 г. на площади 2,2 га бывшего сенокоса в кв. 1 Дружносельского лесничества ФГУ ОЛХ «Сиверский лес». Тип лесорастительных условий определен как черничник свежий В2, почва слабоподзолистая, песчаная. Почву обрабатывали плугом ПКЛН-500. Посадку проводили в пласты, под меч Колесова. Первоначальная густота культур составила 4,0 тыс. шт./га с размещением 0,8×2,5 м. Всего исследовано 5 вариантов лесных культур. Использовался различный посадочный материал — сеянцы и саженцы сосны (С) и ели (Е) в возрасте двух-трех лет, с закрытой и открытой корневой системой:

1) C_{2T} , E_{2T} — двухлетние сеянцы сосны и ели, выращенные в теплице в контейнерах объемом 0,4 л;

2) $C_{2(T+OP)}$, $E_{2(T+OP)}$ — двухлетние сеянцы сосны и ели, первый год росли в теплице в контейнерах объемом 0,4 л, второй год — на открытом полигоне;

3) C_{2OG} , E_{2OG} ; E_{3OG} — двухлетние сеянцы сосны и ели и трехлетние сеянцы ели с открытой корневой системой, выращенные в питомнике;

4) C_{1T+1T} , E_{1T+1T} — двухлетние саженцы сосны и ели «Брикет», полученные из однолетних тепличных сеянцев, второй год росли в теплице;

5) C_{1T+1OP} , E_{1T+1OP} — двухлетние саженцы сосны и ели «Брикет», полученные из однолетних тепличных сеянцев, второй год росли на открытом полигоне.

Цель создания этих лесных культур — совершенствование технологии ускоренного лесовыращивания.

В ходе исследования по каждому варианту культур проведен сплошной пересчет деревьев по

ступеням толщины с измерением высоты, проанализированы взаимосвязи между такими параметрами, как: диаметр ствола (d_k — на уровне корневой шейки и $d_{1,3}$ — на высоте 1,3 м) и высота дерева; новое и старое видовое число; высота и видовое число. Для изучения товарной структуры были отобраны модельные деревья по принципу пропорционально-ступенчатого представительства. Товарная структура модельных деревьев была сопоставлена с данными сортиментно-сортных таблиц [13] по 7-му разряду высот для ели и 8-му разряду высот по сосне.

Статистическая и таксационная обработка материалов исследования выполнены по общепринятым методикам.

Результаты исследования

Ряды распределения деревьев по ступеням толщины хорошо выравниваются общим уравнением нормального распределения в вариантах 1, 3, 5 (для ели) и 1, 3, 4, 5 (для сосны) и значительно хуже — в вариантах 2, 4 (для ели) и 2 (для сосны (см. таблицу).

В указанных вариантах деформация рядов происходит из-за накопления тонкомерных стволов, что в конечном счете приводит к уменьшению среднего диаметра древостоя и, соответственно, средней высоты. В результате минимальные редуцированные числа по диаметру снижаются до $0,24d_m$. Одной из причин этого явления может быть тот факт, что однолетние сеянцы ели в силу биологических особенностей породы более подвержены стрессовым нагрузкам при переходе от условий теплицы к росту в открытом грунте. У сосны промежуточная адаптация корневой системы к изменениям внешней среды происходит вполне успешно, задержки в росте на стадии культуры нет.

В вариантах 4 и 5 (при использовании саженцев C_{1T+1T} , C_{1T+1OP}) культуры сосны имеют ощутимо больший прирост по диаметру по сравнению с саженцами ели E_{1T+1T} , E_{1T+1OP} и несколько превосходят по этому показателю посадки обеих пород, созданные сеянцами (C_{2T} , $C_{2(T+OP)}$, C_{2OG} , E_{2T} , $E_{2(T+OP)}$, E_{2OG} , E_{3OG}). Во всех вариантах наблюдается высокая сохранность растений.

Установлено, что существует стойкая взаимосвязь между диаметром дерева на высоте 1,3 м и его высотой, а также между диаметром, высотой и видовым числом (старым). Толщина корневой шейки у деревьев на ранней стадии роста культур варьируется больше, а поэтому взаимосвязь между изучаемыми параметрами менее выражена. Использование старых видовых чисел дает возможность объективного сопоставления показателей роста исследуемых культур с данными фундаментальных работ В.С. Моисеева [4, 5].

Распределение деревьев по ступеням толщины, %
The ranks of the distribution of trees in degrees of thickness, %

Вид посадочного материала	Средний диаметр $D_{ср}$, см	Ряды распределения деревьев по ступеням толщины, %										χ^2	Редукционные числа по диаметру R_d
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22		
1. E_{2T}	12,2	5	6	12	16	23	20	13	5	0	0	6,0	0,24–1,56
2. $E_{2(T+OP)}$	12,4	0	4	13	23	25	16	12	7	0	0	11,2	0,40–1,53
3. E_{2OG} , E_{3OG}	11,1	4	11	19	22	18	14	10	2	0	0	3,2	0,27–1,71
4. E_{1T+1T}	11,2	11	12	14	21	14	12	8	8	0	0	13,0	0,27–1,70
5. E_{1T+1OP}	10,9	7	14	20	19	15	11	10	4	0	0	7,4	0,28–1,74
Усредненный ряд	11,5	5	9	16	20	19	15	10	5	0	0	11,1	0,26–1,65
1. C_{2T}	13,8	0	0	13	14	17	21	22	12	2	0	6,6	0,51–1,52
2. $C_{2(T+OP)}$	12,9	0	0	10	19	25	19	16	8	1	1	8,9	0,54–1,78
3. C_{2OG}	14,6	0	0	3	13	19	23	23	11	8	0	7,3	0,48–1,44
4. C_{1T+1T}	14,4	0	0	5	16	20	21	20	10	6	2	2,1	0,49–1,60
5. C_{1T+1OP}	15,8	0	0	2	8	13	15	27	22	9	3	28,0	0,44–1,46
Усредненный ряд	14,3	0	0	7	15	19	20	21	12	5	1	11,1	0,49–1,61

Проведено сравнение опытных данных о взаимосвязи между объемом ствола сосны и его диаметром на высоте груди 1,3 м (рис. 1) с данными таблиц объемов для 8-го разряда высот (наиболее близкого по соотношению средней высоты и диаметра). Получены следующие результаты.

В исследуемых культурах сосны в ступенях толщины меньше среднего диаметра (например, 12 см) значения объема ствола больше, а в ступенях толщины, превышающих средний диаметр, несколько меньше, чем табличные, но в совокупности всех деревьев древостоя, (из-за особенности рядов распределения) запас выше.

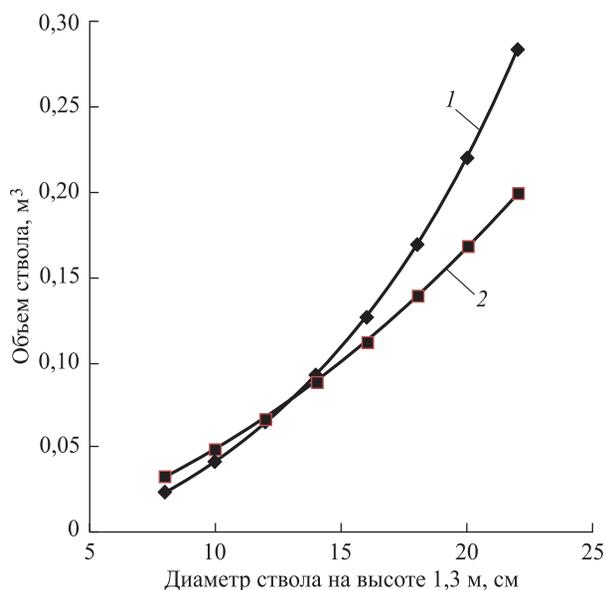


Рис. 1. Объем ствола сосны: 1 — табличные данные, 8-й разряд высот; 2 — опыт (варианты 1–5)
Fig. 1. The volumes of trunks of pines: 1 — tabular data, 8-th digit heights; 2 — experience (options 1–5)

Сопоставление полученных результатов с данными таблиц объемов и разрядов высот выявило существенные расхождения между ними, что говорит о необходимости подбора для лесных культур имеющихся таблиц разрядов высот не по одной точке (d_m и h_m), а по каждой ступени толщины.

При исследовании хода роста древостоев по высоте установлено, что у изучаемых культур он интенсивнее, чем описано Моисеевым [4, 5]. Это видно и по абсолютным значениям прироста, и по относительным индексам, а также по динамике прироста по диаметру. Можно сделать вывод, что исследуемые культуры в этом возрасте растут интенсивнее, чем производственные, описанные Моисеевым, причем различие между ними продолжает увеличиваться.

При прогнозировании динамики среднего периодического и среднего общего прироста по высоте, диаметру и объему и сближения этих показателей предполагается, что количественная спелость наступит раньше возраста, устанавливаемого лесоустройством для естественных древостоев. Несомненно, это относится и к технической спелости, что видно из рис. 2, где на основании анализа товарной структуры модельных деревьев и рядов распределения по ступеням толщины показано изменение товарной структуры древостоев ели (аналогичное моделирование выполнено и для сосновых культур).

В результате проведенных исследований было установлено следующее:

- в древостоях преобладает товарная древесина (более 90 % объема);
- объемы дровяной древесины и отходов примерно одинаковы и имеют некоторую тенденцию к уменьшению;
- доля мелкой деловой древесины резко снижается со ступени 14 см, при преодолении ступе-

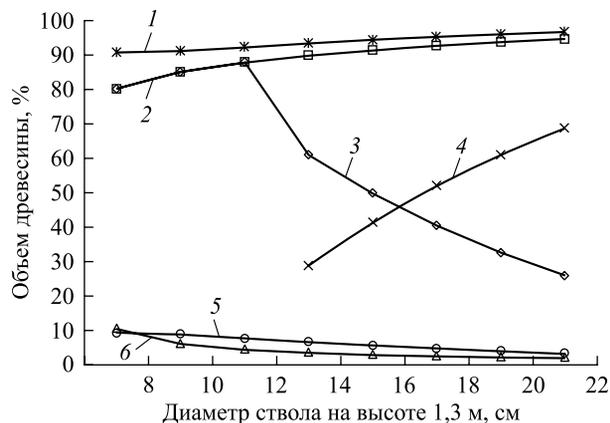


Рис. 2. Модель изменения товарной структуры древостоев ели: 1 — ликвидация; 2 — вся деловая древесина; 3 — мелкая деловая древесина; 4 — средняя деловая древесина; 5 — отходы; 6 — дровяная древесина

Fig. 2. The model of the change in the commodity structure of the spruce stands: 1 — liquidation; 2 — all commercial wood; 3 — small commercial wood; 4 — average commercial wood; 5 — wastes; 6 — fuel wood

ни 16 см сравнивается с долей средней деловой древесины, затем продолжает уменьшаться, достигая к ступени 22 см соотношения почти 1:3;

– ход изменения товарной структуры значительно отличается от сортиментно-сортных и товарных таблиц, составленных для призревающих и спелых естественных древостоев.

Выводы

1. В результате исследований было установлено, что в лесных культурах сосны и ели, созданных различным посадочным материалом, варианты опыта к 25-летнему возрасту практически сравнялись между собой по средним таксационным показателям и имеют сходное распределение по ступеням толщины. Зависимость объема ствола от диаметра отличается от приведенной в нормативных таблицах для того же разряда высот. Товарная структура также имеет существенные отличия от данных сортиментно-сортных таблиц.

2. Целью при интенсивном выращивании культуры является получение большого запаса высокотоварной древесины в сроки, отличные от установленного в настоящее время возраста рубки по величине количественной спелости для естественных насаждений. Для сохранения высоких темпов роста древостоев, формирования полндревесных стволов, высоких запасов, содержащих качественную древесину, необходимым условием должен быть регулярный комплексный уход за культурами в виде рубок ухода в молодняках первого и второго класса возраста, удобрения почвы, многоприемной обрезки ветвей, мероприятий лесозащиты и противопожарного обустройства.

3. В качестве правовой основы плантационного лесовыращивания на арендованных участках, а также для того, чтобы не менять нормативные акты по организации пользования лесом в культурах интенсивного лесовыращивания, необходимо ввести 10-летний интервал класса возраста. Это даст возможность арендаторам осуществлять качественное лесовосстановление и лесопользование в пределах 49-летней аренды лесов и послужит дополнительным стимулом для работы.

4. Затраты на необходимые лесоводственные уходы за древостоями можно отнести за счет субвенций из бюджета субъектов Российской Федерации в зависимости от объема и качества работы.

5. Необходимо продолжить исследования хода роста и динамики товарной структуры древостоев в лесных культурах и создание прогнозных моделей и таксационных нормативов в виде таблиц хода роста, сортиментно-сортных и товарных таблиц.

Список литературы

- [1] Закладка и выращивание лесосырьевых плантаций ели и сосны: метод. рекомендации / под ред. И.В. Шутова. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. 105 с.
- [2] Маслаков Е.Л., Маркова И.А., Жигунов А.В. Лесные культуры. Обобщение опыта создания и ускоренного выращивания высокопродуктивных насаждений хвойных пород. СПб.: ЛТА, 1993. 52 с.
- [3] Морозов В.А. Плантационное выращивание хвойных пород. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 43 с.
- [4] Моисеев В.С. Таксация молодняков. Л.: ВО «Леспроект», 1971. 343 с.
- [5] Моисеев В.С. Методика составления таблиц хода роста и динамики товарных модельных насаждений. Л.: ЛТА, 1968. 88 с.
- [6] Прокопьев Н.М. Формирование и продуктивность культур ели с различной первоначальной густотой // Лесное хозяйство, 1983. № 11. С. 24–28.
- [7] Митропольский А.К. Элементы математической статистики. Л.: ЛТА, 1969. 273 с.
- [8] Никитин К.Е., Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. М.: Лесная промышленность, 1978. 270 с.
- [9] Бондаренко А.С., Жигунов А.В., Савельев О.А. Оценка роста испытательных культур методами кластерного анализа и суммирования рангов биометрических показателей // Тр. СПбНИИЛХ, 2002. Вып. 2 (3). С. 129–138.
- [10] Алексеев А.С. Математическое моделирование роста древостоя // Рациональное использование природных ресурсов и окружающей среды: межвузовский сб. Л.: ЛПИ, 1987. № 10. С. 96–100.
- [11] Кивисте А. Моделирование хода роста высоты сосновых молодняков // Сб. науч. тр. Эстонской с.-х. академии, 1987. № 137. С. 32.
- [12] Тришин В.С., Петренко В.А., Злотницкий А.Б. Основы экономической оценки леса, как элемента природной среды // Тр. СПбНИИЛХ «Таёжные леса на пороге XXI века». СПб.: СПбНИИЛХ, 1999. Вып. LXX. С. 233–239.
- [13] Моисеев В.С., Нахабцев И.А. Лесная таксация: учеб. пособие. Л.: ЛТА, 1987. 83 с.

Сведения об авторах

Вавилов Сергей Васильевич — канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», woodfm@mail.ru

Антонов Олег Иванович — канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», woodfm@mail.ru

Соколовский Илья Алексеевич — магистрант ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», ile_dm@mail.ru

Статья поступила в редакцию 07.09.2017.

FEATURES OF THE TAXATION STRUCTURE OF SPRUCE AND PINE STANDS OF ARTIFICIAL ORIGIN

S.V. Vavilov, O.I. Antonov, I.A. Sokolovskiy

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, Institutskiy per., 5, St. Petersburg, 194021, Russia
woodfm@mail.ru, ile_dm@mail.ru

Getting a sufficient amount of marketable timber in the introduction of intensive forest management is impossible without the organization of system of intensive cultivation of homogeneous forests with a shorter felling age of ripe forest stands taking into account their purpose and demand conditions. These plantations differ in the set, intensity and regularity of silvicultural and forestry operations. The dynamics of the various indicators and biomass accumulation in them differs from natural plantations. In this regard, the use of guidance documents on the organization of forest use, as well as a number of forest inventory taxation standards, is not entirely correct. To study the commodity structure, to simulate the progress of growth and to develop assortment tables of homogeneous forests, forest cultures of pine and spruce were studied, which were created from seedlings and seedlings with an open and closed root system, with different growth regimes. In total, 5 variants of planting material were investigated. One-year seedlings of spruce, in contrast to pine, are more susceptible to stress loads when transplanting from the greenhouse to the open ground, leading to further stunted their growth and some deformation of the ranks distribution of trees in degrees of thickness in comparison with the cultures of pine and spruce, established seedlings. The study of the interrelationships between different tree parameters established that a stable statistical relationship exists between the diameters at breasts height and altitudes, and between diameters, heights and species numbers (old). The results of the research revealed that the average taxation indicators in forest cultures of pine and spruce of the same age created by identical planting material are practically equal and have a close distribution of trees in thickness steps. At the same time, the dependence of the volume of barrels on the diameter is different than that given in the normative tables for a similar discharge of heights. Comparison of the obtained results with the data of tables of volumes and discharges of heights showed significant discrepancies between them, which is offset by the selection for forest cultures of grades of height in existing tables not by one point (d_m and h_m), but by several grades of diameters (2–3 grades). Essential differences in the assortment structure of the studied stands from the data from the assortment tables are established. Based on the forecast of the dynamics of average periodic and average total increments in height, diameter and volume, it was found that quantitative ripeness in the studied artificial stands will occur earlier than the age set by the forest inventory for natural plantations.

Keywords: intensive forest growing, forest cultures, taxation structure, assortment structure, assortment tables

Suggested citation: Vavilov S.V., Antonov O.I., Sokolovskiy I.A. *Osobennosti taksatsionnoy struktury drevostoev eli i sosny iskusstvennogo proiskhozhdeniya* [Features of the taxation structure of spruce and pine stands of artificial origin]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 1, pp. 13–18. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-1-13-18

References

- [1] *Zakladka i vyrashchivanie lesosyr'evykh plantatsiy eli i sosny: metodicheskie rekomendatsii. Pod red. I.V. Shutova* [Laying and growing of forest resources plantations of spruce and pine: methodical recommendations: ed. I.V. Shutov]. Leningrad: LenNIILH Publ., 1986, 105 p.
- [2] Maslakov E.L., Markova I.A., Zhigunov A.V. *Lesnye kul'tury. Obobshchenie opyta sozdaniya i uskorennoy vyrashchivaniya vysokoproduktivnykh nasazhdeniy khvoynykh porod* [Forest cultures. Generalization of the experience of creation and accelerated cultivation of highly productive coniferous plantations]. St. Petersburg: LTA Publ., 1993, 52 p.
- [3] Morozov V.A. *Plantatsionnoe vyrashchivanie khvoynykh porod* [Plantation cultivation of coniferous species]. Moscow: TsBNTI Gosleskhoza USSR Publ., 1983, 43 p.
- [4] Moiseev V.S. *Taksatsiya molodnyakov* [Inventory of young animals]. Leningrad: VO «Lesproekt» Publ., 1971, 343 p.
- [5] Moiseev V.S. *Metodika sostavleniya tablits khoda rosta i dinamiki tovarnykh model'nykh nasazhdeniy* [Technique of compilation of tables of the course of growth and dynamics of commodity model plantations]. Leningrad: LTA Publ., 1968, 88 p.
- [6] Prokop'ev N.M. *Formirovaniye i produktivnost' kul'tur eli s razlichnoy pervonachal'noy gustotoy* [Formation and productivity of spruce cultures with different initial density]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1983, no. 11, pp. 24–28.
- [7] Mitropol'skiy A.K. *Elementy matematicheskoy statistiki* [Elements of mathematical statistics]. Leningrad: LTA Publ., 1969, 273 p.

- [8] Nikitin K.E., Shvidenko A.Z. *Metody i tekhnika obrabotki lesovodstvennoy informatsii* [Methods and techniques for processing silvicultural information]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, Publ., 1978, 270 p.
- [9] Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Savel'ev O.A. *Otsenka rosta ispytatel'nykh kul'tur metodami klaster'nogo analiza i summirovaniya rangov biometricheskikh pokazateley* [Estimation of the growth of test cultures by methods of cluster analysis and summation of the ranks of biometric indicators]. Proceedings of SPbNIIKKh, 2002, iss. 2 (3), pp. 129–138.
- [10] Alekseev A.S. *Matematicheskoe modelirovanie rosta drevostoya* [Mathematical modeling of growth of a stand]. Rational use of natural resources and environment: interuniversity coll. Leningrad: LPI Publ., 1987, no. 10, pp. 96–100.
- [11] Kiviste A. *Modelirovanie khoda rosta vysoty sosnovykh molodnyakov* [Simulation of the growth of pine young hills height]. Proceedings of the Estonian Agricultural Sciences academy, 1987, no. 137, p. 32.
- [12] Trishin V.S., Petrenko V.A., Zlotnitskiy A.B. *Osnovy ekonomicheskoy otsenki lesa, kak elementa prirodnoy sredy* [Fundamentals of economic evaluation of forests as an element of the natural environment]. Proceedings of SPbNIIKH «Taiga forests on the threshold of the XXI century». St. Petersburg: SPbNIIKH, 1999, LXX, pp. 233–239.
- [13] Moiseev V.S., Nakhabtsev I.A. *Lesnaya taksatsiya* [Forest taxation]. Leningrad: LTA, 1987, 83 p.

Authors' information

Vavilov Sergey Vasil'evich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, woodfm@mail.ru

Antonov Oleg Ivanovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, woodfm@mail.ru

Sokolovskiy Il'ya Alekseevich — master student of the St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, ile_dm@mail.ru

Received 07.09.2017.