

Information about the author

Gribachova Olesya Vladimirovna – head of the department of horticulture and forestry of State educational establishment LPR «Lugansk national agrarian university», candidate of biological sciences, assistant professor, Lugansk, Ukraine; email: olesya_kopaneva_78@mail.ua.

DOI: 10.12737/article_5b24060ac076b2.63501834

УДК 630.43+630.432 :614.841.42

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОДРОСТА СОСНЫ ПОСЛЕ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

аспирант **Д.В. Гусев**¹

доктор сельскохозяйственных наук **Д.А. Данилов**^{2,1}

доктор сельскохозяйственных наук профессор **Н.В. Беляева**¹

1 – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

2 – ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «БЕЛОГОРКА», Ленинградская область,
Российская Федерация

В статье рассматриваются особенности послепожарных лесовозобновительных процессов в сосновых древостоях в Лужском и Путиловском ландшафтах, относящихся к двум лесничествам Ленинградской области. Проведен количественный и качественный сравнительный анализ с помощью статистических методов исследования: дисперсионного и рангового анализов. Выявлены достоверные количественные различия возобновительной динамики сосны в брусничном и черничном типах леса на постпирогенных участках и под материнским древостоем в обоих районах исследования на основании дисперсионного анализа. Проведённое исследование показало достоверное различие успешного возобновления сосны после низового пожара для Лужского и Кировского лесничеств. Применение рангового анализа с использованием коэффициента Спирмена позволило установить различия в качественных характеристиках соснового подростка и выявить характер направленности лесовосстановительных процессов после низовых пожаров. Проведённое исследование показало, что ландшафтные условия оказывают большое влияние на характер возобновления сосны, на показатели встречаемости, жизненного состояния, обилия. Показатель ранговой оценки качественных характеристик соснового подростка позволил их сравнить и выявить те, которые являются определяющими для роста в тех или иных условиях. Сделан вывод, что ландшафтные и почвенно-гидрологические условия произрастания являются ведущими факторами количественной представленности подростка, возникшего после низовых пожаров, и в зависимости от этих условий проявляется пионерная стратегия роста сосны как вида. Исследование показало, что в одних и тех же лесотипологических условиях, но в разных ландшафтных районах возобновление сосны может отличаться по своим количественным и качественным характеристикам.

Ключевые слова: сосновый подрост, низовой пожар, лесовозобновление, ландшафт, дисперсионный и ранговый анализ, коэффициент Спирмена, встречаемость подростка, индекс жизненного состояния, обилие

ANALYSIS OF THE CHARACTERISTIC OF THE PINE UNDERGROWTH AFTER GROUND FIRE IN THE LENINGRAD REGION

Post-graduate student **D.V. Gusev**¹,

DSc (Agriculture) **D.A. Danilov**^{2,1},

Professor, DSc (Agriculture), **N.V. Belyaeva**¹

1 – FSBEI HE «Saint-Petersburg State Forest Technical University», Saint-Petersburg, Russian Federation

2 – FSBSI Leningrad Research Institute of agriculture "Belogorka", Leningrad region, Russian Federation

Abstract

In the article features are considered after forest fire regeneration processes in pine stands in the Luga and Putilov landscapes related to two forest districts of the Leningrad region. Quantitative and qualitative comparative analysis was carried out with the help of statistical methods of investigation: dispersion and rank analysis. The quantitative differences in the renewal dynamics of pine in cowberry and bilberry forest types on post-pyrogenic sites and under the parent stand in both regions of the study were determined based on the analysis of variance. The study showed a significant difference in the successful resumption of pine after a grass-roots fire for the Luzhsky and Kirovsky forestry's. The use of rank analysis using the Spearman coefficient made it possible to establish differences in the qualitative characteristics of pine undergrowth and to reveal the nature of the orientation of reforestation processes after grass-roots fires. The conducted research has shown that landscape conditions exert a great influence on the nature of pine renewal, on the indicators of occurrence, vital state, abundance. The indicator of rank evaluation of the qualitative characteristics of pine undergrowth allowed them to compare and identify those that are crucial for growth under certain conditions. It is concluded that the landscape and soil-hydrological growth conditions are the leading factors in the quantitative representation of the undergrowth that arose after the grassland fires, and, depending on these conditions, a pioneering growth strategy for pine as a species is manifested. The study showed that in the same forest-typological conditions, but in different landscape areas, the renewal of pine can differ in its quantitative and qualitative characteristics.

Keywords: pine undergrowth, grass-roots fire, reforestation, landscape, dispersion and rank analysis, Spearman's coefficient, occurrence of adolescence, life index, abundance

Введение. Пожары в жизни леса имеют разнообразные последствия. С одной стороны, лесной пожар можно определять как деструктивный фактор разрушительной силы, приобретающий в отдельные периоды характер катаклизмов, приводящий к частичному или полному уничтожению лесного биогеоценоза. В работах многих исследователей отмечено, что практически все лесные массивы в той или иной мере за период своего роста испытали на себе пирогенное воздействие и в тайге трудно найти участок леса, который не подвергался бы воздействию огня [1, 2, 4, 7, 9, 11, 13].

Исследования лесных пожаров привели к одному выводу, что высокоинтенсивные пожары губительны для древостоев, вызывая массовый отпад деревьев [4, 5, 8, 11]. В противоположность первому лесной пожар можно рассматривать как

фактор, оказывающий положительное влияние на развитие лесных насаждений, способствуя естественному лесовозобновлению, а также обновлению экосистемы. Сосна (*Pinus sylvestris*) относится к древесным породам, формирующим древесный фитоценоз по пирогенной стратегии [7-10]. Положительное воздействие лесных низовых пожаров на совокупность сосновых древостоев проявляется через улучшение условий произрастания для последующего естественного её лесовозобновления. Древостои сосны, сформировавшиеся в результате пожара, отличаются более высоким классом бонитета и полнотой в сопоставлении с древостоями, произошедшими из подроста без огневого воздействия.

В различных ландшафтах в зависимости от почвенно-гидрологических условий произрастания сосновых дендроценозов постпирогенная возобно-

вительная динамика имеет различные линии развития [4, 5, 11, 12].

Поэтому целью данной работы было проведение сравнительного анализа характеристик подраста сосны постпирогенного происхождения и естественного возобновления под пологом материнского древостоя, не пройденного низовым пожаром, в Кировском и Лужском районных лесничествах Ленинградской области.

Объекты исследования. Для исследования было отобрано 38 объектов в Ленинградской области. Из них 19 – пробные площади и 19 – в качестве контрольных пробных площадей в двух ландшафтах: Путиловское плато и Лужская возвышенность. Путиловское плато относится к ландшафтам моренных заболоченных равнин, которые типичны для Северо-Запада европейской части России [3]. Путиловский ландшафт приурочен к выступу ордовикских известняков, которые на северной своей границе подходят близко к поверхности и обогащают морену карбонатным материалом. Формирующие Путиловское плато мергели, известняки и доломиты лежат ниже, чем на Ижорской возвышенности, а слой перекрывающих их ледниковых отложений мощнее. Поверхность ландшафта несколько приподнята над озерно-ледниковыми равнинами и лежит на высоте 50-80 м над уровнем моря. На поверхности залегает покров донной морены последнего оледенения – сверху размытый и опесчаненный валунный суглинок. Невысокая расчлененность рельефа и низкая водопроницаемость почв способствовали заболачиванию.

Лужская возвышенность относится к виду ландшафтов моренно-камовых холмистых возвышенностей [3]. Данный ландшафт состоит из двух групп: первая – это своеобразные урочища камовых песчаных и супесчаных холмов относительной высотой 25-40 м (до 75 м) с поверхностно- или слабоподзолистыми почвами. В понижениях между холмами расположены слабоподзолистые железистые и заболоченные почвы или небольшие озера.

Второй тип урочищ – холмисто-моренный комплекс с холмами из бескарбонатного красноватого легкого и среднего валунного суглинка со слабо- или среднеподзолистыми почвами. Преоб-

ладают котловины и ложбины с заболоченными лугами грунтового увлажнения с перегнойно-подзолисто-глеевыми почвами, болотами низинными и переходными.

Основные характеристики соснового подраста на опытных объектах и контрольных объектах представлены в табл. 1.

Для исследований отбирались насаждения бруснично-чернично-зеленомошных типов леса с различной полнотой, схожие по следующим критериям: возраст соснового элемента леса от 80 до 100 лет, материнский древостой, служащий источником семян, имел в составе 8-10 единиц сосны и был II-III класса бонитета. Были заложены 18 участков, пройденных низовыми пожарами, и столько же для контрольных площадей с материнским основным древостоем, не пройденных огнем. Схема закладки опытных площадей проводилась по следующему принципу: подбирались лесные участки площадью от 0,01 га до 0,3 га, пройденные низовыми пожарами, на которых закладывалась учётная площадь правильной прямоугольной формы. Контрольные участки закладывались под пологом прилегающего материнского древостоя, служащим источником семян, как для участков, пройденных пожаром, так и не затронутых им.

Методика. Исследования проводились на основе метода пробных площадей. Около пробных площадей, пройденных низовым пожаром, закладывались контрольные площади под пологом материнского соснового древостоя, не затронутым пирогенным воздействием. Пробные площади закладывались и учёты проводились на них по методикам, принятым в лесоустройстве. При оценке жизненного состояния подраста сосны использовали методику, приведенную в руководстве по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий насаждений. Степень повреждения насаждения рассчитывалась по количественной представленности в нем деревьев разных категорий состояния. Для этого использовался индекс состояния древостоев – средневзвешенная категория санитарного состояния СКС, который рассчитывается как средневзвешенное из категорий состояния всех деревьев.

Природопользование

Таблица 1

Характеристика естественного возобновления на площадях, пройденных пожаром, и контрольных площадках в сосняках на опытных объектах

№ участка	Период после пожара	Количество подроста сосны, тыс. экз./га		Встречаемость, %	Индекс жизненного состояния, %	Обилие, экз./м ²
		всего	в т. ч. благонадежного			
Кировское лесничество						
Контрольные площадки, не затронутые пожаром						
КПП-11	-	1,3	1	35	76,9	1,8
КПП-12	-	2,4	1,9	30	79,2	4
КПП-13	-	3,1	2,7	40	87,0	3,8
КПП-14	-	3,6	3,1	40	86,1	4,5
КПП-15	-	3,2	2,8	35	87,5	4,6
КПП-16	-	2,2	2,0	40	90,9	2,7
КПП-17	-	3,6	3,1	35	86,1	5,1
КПП-18	-	1,0	0,8	45	80	1,1
Пробные площади, пройденные пожарами						
ПП-11	3	10,6	8,9	70	83,9	7,6
ПП-12	3	11,1	9,7	65	87,4	8,5
ПП-13	3	13,7	11,9	75	86,8	11,4
ПП-14	3	9,7	8,6	65	88,6	7,5
ПП-15	2	8,4	7,0	70	83,3	6
ПП-16	2	9,1	7,5	75	82,4	6
ПП-17	3	12,3	10,7	65	86,9	9,5
ПП-18	2	7,9	6,0	70	75,9	5,6
Лужское лесничество						
Контрольные площадки, не затронутые пожаром						
КПП-1	-	2,4	1,8	45	75	2,6
КПП-2	-	3,1	2,9	50	93,5	3,1
КПП-3	-	1,9	1,4	30	73,7	3,2
КПП-4	-	3,5	3,3	45	94,2	3,9
КПП-5	-	4,3	3,8	40	88,4	5,4
КПП-6	-	3,6	3,1	45	86,1	4
КПП-7	-	4,1	3,7	35	90,2	5,8
КПП-8	-	1,6	1,3	40	81,2	2
КПП-9	-	2,0	1,8	45	90,0	2,2
КПП-10	-	3,3	2,6	45	78,8	3,6
Пробные площади, пройденные пожарами						
ПП-1	5	8,4	8,1	65	96,4	6,5
ПП-2	5	10,6	8,9	70	84,0	7,6
ПП-3	5	7,8	6,7	70	85,6	5,6
ПП-4	4	9,3	9,0	70	96,8	6,2
ПП-5	6	8,5	8,0	60	94,1	7
ПП-6	4	11,6	10,9	65	93,9	8,9
ПП-7	6	12,1	11,4	60	94,2	10
ПП-8	3	7,2	6,8	70	94,4	5,1
ПП-9	2	4,8	3,5	70	85,2	5,9
ПП-10	5	9,6	8,8	70	91,6	6,8

Для учета подроста закладывали с севера на юг круговые учетные площадки с последующей обработкой наблюдений выборочно-статистическим методом [6]. Каждая учетная площадка за-

кладывалась при помощи шеста длиной 178,5 см и имела площадь 10 м² (патент РФ № 2084129 (1997)). Для сравнения количественных характеристик успешности лесовозобновительных процессов под-

роста сосны по районам исследования применялся дисперсионный анализ [6, 14]. Сравнивая компоненты дисперсии друг с другом посредством F – критерия Фишера, можно определить, какая доля общей вариативности результативного признака обусловлена действием регулируемых факторов.

$$SS_{\text{факт}} = \frac{\sum T_c^2}{n} - \frac{(\sum x_i)^2}{N}$$
, где T_c – сумма индивидуальных значений по каждому из условий, c – количество условий (градаций) фактора; N – общее количество индивидуальных значений, n – количество испытуемых в каждой группе, $(\sum x_i)^2$ – квадрат общей суммы индивидуальных значений.

Значение статистики критерия Фэмп рассчитывали по формуле

$$F_{\text{Эмп}} = \frac{MS_{\text{факт}}}{MS_{\text{случ}}}$$

Если $F_{\text{Эмп.факт}} > F_{\text{крит.факт}}$, то принимается альтернативная гипотеза. При $F_{\text{Эмп.исп}} < F_{\text{крит.исп}}$ принимается нулевая гипотеза.

Для сравнительного анализа и выявления взаимосвязей между качественными и количественными показателями подростка сосны применялся ранговый корреляционный анализ с использованием коэффициента Спирмена, являющегося мерой линейной связи между случайными величинами. Корреляция Спирмена является ранговой, то есть для оценки силы связи используются не численные значения, а соответствующие им ранги [9, 41].

$$r = 1 - \frac{\sum 6d^2 + A + B}{n^3 - n}$$
, где d^2 – квадрат разностей между рангами; n – количество признаков, участвовавших в ранжировании.

Для того чтобы при уровне значимости α проверить нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента ранговой корреляции Спирмена при конкурирующей гипотезе H_1 ($r \neq 0$), надо вычислить критическую точку:

$$T_{\text{кр}} = t(\alpha, k) \sqrt{\frac{1 - p^2}{n - 2}}$$

где n – объем выборки; p – выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена; $t(\alpha, k)$ – критическая точка двусторонней критической области, которую находят по таблице критических точек распределения Стьюдента, по уровню значи-

мости α и числу степеней свободы $k = n - 2$. Если $|r| < T_{\text{кр}}$, нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу. Ранговая корреляционная связь между качественными признаками не значима. Если $|r| > T_{\text{кр}}$, нулевую гипотезу отвергают. Между качественными признаками существует значимая ранговая корреляционная связь. Коэффициент Спирмена инвариантен по отношению к любому монотонному преобразованию шкалы измерения. Универсальность метода ранговой корреляции состоит в том, что он позволяет сопоставлять не индивидуальные показатели биологического объекта, а индивидуальные иерархии, или профили, что недоступно ни одному из других статистических методов, включая метод линейной корреляции [14, 15]. В зарубежных экологических исследованиях ранговый анализ – широко применяемый метод для выявления качественных зависимостей между биологическими объектами.

Результаты и обсуждение. Анализ показателей соснового подростка по объектам исследования в районных лесничествах показал неоднозначность взаимосвязей его количественных и качественных характеристик.

Проведённый дисперсионный анализ выявил высокое достоверное различие между возобновлением подростка сосны, как после воздействия низового пожара, так и без огневого воздействия для обоих районов исследования. Проведённый дисперсионный анализ показывает на достоверное различие по количественным показателям подростка сосны по объектам исследования в двух лесничествах (табл. 2). Возобновительные процессы сосны в данных ландшафтах отличны друг от друга в зеленомошных типах леса.

Следует отметить, в табл. 2 представлены критерий Фишера (F), Fф – критерий Фишера фактический (т. е. расчётный) и Fт – критерий Фишера табличный для уровня значимости $p = 0,05$ и $p = 0,01$. Вычисленное значение F-отношения признается достоверным (отличным от 1), если оно больше табличного. В этом случае нулевая гипотеза об отсутствии связи признаков отклоняется и делается вывод о существенности этой связи: если $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$, то H_0 отклоняется.

Жизненное состояние подростка в лесах разнообразно и связано, главным образом, с его возрастом и сомкнутости крон материнского полога, что и показало исследование. Проведённый ранговый анализ выявил неоднозначные связи между качественными и количественными показателями соснового подростка по районам исследования. Так, количественная представленность подростка выше по пробным площадям, пройденным пожарами, для обоих районов исследования. Однако для Лужского района выявлена взаимосвязь между общим количеством подростка и количеством благонадёжных экземпляров – показатели коэффициента Спирмена для площадей, пройденных пожарами, составил $r=0,94$, а для контрольных, не затронутых пирогенным воздействием, $r=0,97$. Следовательно, коэффициенты ранговой корреляции статистически значимы и корреляционная связь между оценками по двум тестам значима. Ранговый анализ показал высокую взаимосвязь между общим количеством подростка и количеством благонадёжных экземпляров для всех опытных пробных площадей для данного района.

Взаимосвязь между количеством подростка и его встречаемостью выявлена только для площадей, пройденных пожаром в Лужском лесничестве, для контрольных участков не выявлено достоверной взаимосвязи между этими показателями. Для Кировского района статистически значимой взаимосвязи не обнаружилось ни по количеству подростка и его благонадёжных форм, ни по встречаемости. По-видимому, разница в ландшафтных условиях произрастания является одной из причин для количественной представленности подростка сосны и его благонадёжности – в Лужском районе участки, пройденные низовыми пожарами, относятся к камовым формам ландшафта и имеют более сухой режим увлажнения в бруснично- и чернично-зеленомошной группе типов леса, чем ландшафт Путиловского плато Кировского лесничества.

Между индексом жизненного состояния и обилием подростка (экз./м²) статистически значимой взаимосвязи не обнаружено для обоих районов ис-

следования, как для пирогенных площадей, так и не затронутых воздействием огня. Это можно объяснить тем, что условия для возобновления соснового подростка благоприятны как для участков, пройденных огнём, так и не затронутых, что ещё раз указывает на пластичность данной породы к внешним условиям среды.

Проведённый расчёт ранговой корреляции между обилием соснового подростка (экз./м²) и его встречаемостью (%) выявил значимую сильную и прямую взаимосвязь в Кировском районе только для контрольных опытных площадей, не затронутых пожаром – коэффициент Спирмена $r=0,97$. В Лужском районе между этими показателями не выявлено статистически достоверных взаимосвязей. Это можно объяснить, вероятно, тем, что на участках, пройденных пожаром, создаются более благоприятные условия для возобновления сосны по всей площади и подрост более равномерно пространственно размещается, и эта взаимосвязь может, проявляется в более увлажнённых условиях Путиловского ландшафта в материнских сосновых древостоях.

Выводы. Проведённое исследование качественных и количественных показателей естественного возобновления сосны выявило неоднозначный характер взаимосвязей между ними, как для постпирогенных участков, так и для подростка, возникшего под пологом материнского древостоя. Ранговый анализ позволяет сравнить характеристики соснового подростка и выявить те, которые являются определяющими для роста в тех или иных условиях.

Ландшафтные и почвенно-гидрологические условия произрастания являются ведущими факторами количественной представленности подростка, возникшего после низовых пожаров, и в зависимости от этих условий проявляется пионерная стратегия роста сосны как вида.

В целом исследование показало, что в одних и тех же лесотипологических условиях, но в разных ландшафтных районах возобновление сосны может отличаться по своим характеристикам.

Дисперсионный анализ достоверности различия по возобновлению подроста сосны по ландшафтам

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Фактический критерий Фишера (F_{ϕ})	Теоретический критерий Фишера (F_T) $p=1\%$	Вероятность принятия нулевой гипотезы
<i>для контрольных и постпирогенных участков Кировского лесничества</i>						
Общая	277,84	15				
Вариантов	243,36	1	243,36	98,81	8,86	1,00E-07
Остаточная	34,48	14	2,46			
<i>контрольных и постпирогенных участков Лужского лесничества</i>						
Общая	174,95	15				
Вариантов	147,016	1	147,02	73,68	8,86	5,98E-07
Остаточная	27,934	14	1,99			
<i>между Лужским и Кировским лесничествами</i>						
Общая	510,801	35				
Вариантов	425,883	3	141,96	53,49	4,46	1,45E-12
Остаточная	84,925	32	2,66			

Библиографический список

1. Влияние доступности территории и характеристик рельефа на расположение и размер гарей в темнохвойных лесах Печоро-Илычского заповедника [Текст] / А. А. Алейников [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3. – С. 49-58.
2. Громцев, А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов: Теоретические и прикладные аспекты [Текст] / А. Н. Громцев. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2000. – 144 с.
3. Исаченко, А. Г. Физико-географическое районирование Северо-Запада СССР [Текст] / А. Г. Исаченко, З. В. Дашкевич, Е. В. Карнаухова. – Л., 1965. – 248 с.
4. Комплексный анализ послепожарных сукцессий в лесах Костомукшского заповедника (Карелия) [Текст] / Л. В. Кулешова [и др.] // Бюллетень МОИП. Отд. биол.. – 1996. – Т. 101. – Вып. 4. – С. 3-15.
5. Кучеров, И. Б. Лишайниковые сосняки средней и северной тайги Европейской России [Текст] / И. Б. Кучеров, А. А. Зверев // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – № 3 (19). – С. 46-80.
6. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 2013. – 300 с.
7. Рысин, Л. П. Сосновые леса России [Текст] / Л. П. Рысин, Л. И. Савельева. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 289 с.
8. Санников, С. Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье [Текст] / С. Н. Санников // Горение и пожары в лесу: сб. ст. – Красноярск, 1973. – С. 236-277.
9. Фурьев, В. В. Пирозкологические свойства сосны обыкновенной в Средней Сибири [Текст] / В. В. Фурьев, Е. А. Фурьев // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – № 1-2. – С. 103-108.
10. Fire and ecosystems [Text] / eds. T. T. Kozlowski, C. E. Ahlgren. – New York : Academic Press. – P. 7-45.
11. Behrens, L. Past and present Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) regeneration along site type gradients in Białowieża Forest [Text] / L. Behrens. – Poland : Swedish University of Agricultural Sciences Master Thesis no. 169. Southern Swedish Forest Research Centre Alnarp, 2011. – 58 p.
12. Engelmark, O. Fire history correlations to forest type and topography in northern Sweden [Text] / O. Engelmark // Annales Botanici Fennici, 1987. – № 24. – P. 317-324.
13. Kujala, V. Forest site types of Finland [Text] / V. Kujala // Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. – 1979. – Vol. 92. – № 8. – P. 1-45.

14. Johnson, R. A. Applied Multivariate Statistical Analysis [Text] / R. A. Johnson, D. E. Wichern. – Prentice Hall, NJ, USA, 2002.

15. Wayne Daniel, W. Spearman rank correlation coefficient [Text] / W. Wayne Daniel // Applied Nonparametric Statistics. – 2nd ed. – Boston : PWS-Kent, 1990. – P. 358-365.

References

1. Alejnikov A. A. et al. *Vlijanie dostupnosti territorii i harakteristik rel'efa na raspolozhenie i razmer garej v temnohvojnyh lesah Pechoro-Ilychskogo zapovednika* // Lesotekhnicheskij zhurnal № 3. Voronezh, 2013. S. 49-58.

2. Gromcev A. N. *Landshaftnaja jekologija taezhnyh lesov: Teoreticheskie i prikladnye aspekty*. – Petrozavodsk: KarNC RAN, 2000. 144 s.

3. Isachenko A. G. *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rajonirovanie*. Moskva: Vysshaja Shkola, 1991. 366 s.

4. Kuleshova L.V. et al. *Kompleksnyj analiz posledozharnyh sukcesij v lesah Kostomukshskogo zapovednika (Karel'ija)* // Bjulleten' MOIP. Otd. biol., 1996. T. 101, vyp.4. S. 3-15.

5. Kucherov I.B., Zverev A.A. *Lishajnikovye sosnyaki srednej i severnoj tajgi Evropejskoj Rossii*. [Lichen pine forests of the middle and northern taiga of European Russia.] Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2012 № 3 (19). S. 46-80.

6. Lakin G. F. *Biometrija*. M.: Vysshaja shkola, 2013. 300 s.

7. Rysin L. P., Savel'eva L. I. *Sosnovye lesa Rossii*. M.: Tovari-shhestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2008. 289 s.

8. Sannikov S. N. *Lesnye pozhary kak jevoljucionno- jekologicheskij faktor vozob-novlenija populjacij sosny v Zaural'e* // Gorenje i pozhary v lesu: sb. st. Krasnojarsk, 1973. S. 236-277.

9. Furjaev V. V., Furjaev E. A. *Pirojekologicheskie svojstva sosny obyknovennoj v Srednej Sibiri* // Hvojnye boreal'noj zony. 2008. № 1-2. S.103-108.

10. Kozlowski T. T., Ahlgren C. E. (Eds.) *Fire and ecosystems*. NewYork: Academic Press. P. 7-45.

11. Behrens L. *Past and present Scots pine (Pinus sylvestris L.) regeneration along site type gradients in Bialowieza Forest*. Poland: Swedish University of Agricultural Sciences Master Thesis no. 169. Southern Swedish Forest Research Centre Alnarp, 2011. 58 p.

12. Engelmark O. *Fire history correlations to forest type and topography in northern Sweden* // Annales Botanici Fennici, 1987. № 24. P. 317-324.

13. Kujala V. *Forest site types of Finland* // Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 1979. Vol. 92. № 8. P. 1-45.

14. Johnson R. A., Wichern D. E. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall, NJ, USA, 2002.

15. Wayne Daniel W. *Spearman rank correlation coefficient* // Applied Nonparametric Statistics (2nd ed.). Boston: PWS-Kent, 1990. P. 358-365.

Сведения об авторах

Гусев Дмитрий Вадимович – аспирант кафедры лесоводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: mr.gusev90@mail.ru.

Данилов Дмитрий Александрович – заместитель директора по научной работе, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяй-

ства «Белогорка», доктор сельскохозяйственных наук, Ленинградская область, Российская Федерация; e-mail: stown200@mail.ru.

Беляева Наталия Валерьевна – профессор кафедры лесоводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», доктор сельскохозяйственных наук, доцент, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: galbel06@mail.ru.

Information about authors

Gusev Dmitry Vadimovich – post-graduate student of Forestry Department, Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov», Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: mr.gusev90@mail.ru.

Danilov Dmitry Aleksandrovich – Deputy Director on scientific work of Federal State Educational Scientific Institution «Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture «Belogorka», Dr. (Forestry), Leningrad region, Russian Federation; e-mail: stown200@mail.ru.

Beliaeva Nataliia Valerievna – Professor of Forestry Department of Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov», Dr. (Forestry), Professor of Forestry Department, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: galbel06@mail.ru.