

Сведения об авторах

Антонов Олег Иванович – доцент кафедры таксации, лесоустройства и ГИС-технологий, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: woodfm@mail.ru.

Кузнецов Евгений Николаевич – заведующий кафедрой лесоводства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: evg_kuznetsov@mail.ru.

Information about authors

Antonov Oleg Ivanovich – Associate Professor of Department of Forest Inventory, Management and GIS, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Saint Petersburg State Forest Technical University under name of S.M Kirov», Ph.D. in Agriculture, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: woodfm@mail.ru

Kuznetsov Evgeney Nikolaevich – Head of the Department of Forestry, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Saint Petersburg State Forest Technical University under name of S.M Kirov», Ph.D. in Agriculture, Associate Professor, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: evg_kuznetsov@mail.ru

DOI: 12737/25192

УДК 630.2

ВЛИЯНИЕ ДОЛЕВОГО УЧАСТИЯ СОСНЫ И ЕЛИ НА ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СМЕШАННЫХ ДРЕВОСТОЕВ

кандидат сельскохозяйственных наук **Д. А. Данилов**¹

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Н. В. Беляева**²

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **А. Н. Мартынов**²

Д. А. Зайцев²

1 – ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

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

Рассмотрено влияние состава на динамику таксационных показателей смешанных модальных древостоев, зеленомошной группы типов леса средней подзоны тайги на территории Ленинградской области, за 60-летний период. Ход роста сосны и ели в смешанном древостое обусловлен составом древостоя, который влияет на весь жизненный цикл его развития. Анализ таксационных данных на опытных объектах показал, что медианная линия по средней высоте и диаметру имеет различия хода роста от табличных справочных данных. Разновариантность и различия в динамике хода роста по таксационным показателям за период исследования связаны с изначальной густотой соснового элемента, а затем елового, а также степенью их разновозрастности. На вариабельность средних высот и диаметров на опытных объектах оказывает влияние доля участия той или иной породы в составе древостоя. Состав насаждения значимо влияет на средние диаметр и высоту ярусов, слагающих смешанные хвойные древостои, что подтвердил однофакторный дисперсионный анализ. Сумма площадей поперечных сечений у соснового яруса фактически на всех опытных объектах увеличивается до возраста 100-120 лет, а у ели эта зависимость проявляется только до возраста 80-85 лет. Сосновый ярус в зависимости от исходной густоты оказывает большее влияние на формирование состава смешанного насаждения, чем еловый. Это можно рассматривать как факт экологического соответствия условий зеленомошной группы типов леса для более успешного произрастания сосны. В смешанных древостоях, не затронутых хозяйственными рубками, еловый элемент, количественно не превышающий сосновый, отстает в росте и продуцирует меньший запас.

Ключевые слова: состав смешанного древостоя, средняя высота, диаметр, абсолютная полнота, вариабельность таксационных показателей, дисперсионный анализ

THE IMPACT OF SHARE PARTICIPATION OF PINE AND SPRUCE ON INVENTORY INDICES OF MIXED FOREST STANDS

PhD in Agriculture **D. A. Danilov**¹

DSc in Agriculture, Professor **N. V. Belyaeva**²

DSc in Agriculture, Professor **A. N. Martynov**²

D. A. Zaitsev²

1 – Federal State Educational Scientific Institution Leningrad research Institute of agriculture «Belogorka», Saint-Petersburg, Russian Federation

2 – Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Saint Petersburg State Forest Technical University under name of S.M Kirov», Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract

The influence of composition on the dynamics of inventory indices of the mixed modal forest stands is considered: ridges with the groups of forest types of middle subzone of taiga in the territory of the Leningrad region, for 60 year period. The course of growth of pine and spruce in the mixed stand is due to the composition of the stand, which affects the entire life cycle of its development. Analysis of forest inventory data at the test plots has shown that the median line for the average height and diameter has the distinction of growth from tabular reference data. Differences in the dynamics of growth in valuation metrics over the study period is due to the initial density of pine, then spruce, and the degree of difference in the age of trees. The variability of average heights and diameters on the experimental plots is influenced by the share of particular species in the composition of the stand. The stand composition significantly affects average diameter and height of tiers, composing the mixed coniferous forest that was confirmed by single-factor analysis of variance. The sum of the areas of the cross sections at the pine tier of the virtually at all experienced objects increases up to the age of 100-120 years, and in spruce this dependence is shown only up to the age of 80-85 years. Pine tier depending on the initial density has a greater impact on the composition of the mixed stands than spruce. This can be considered as a fact of environmental compliance of the conditions of the types: ridges with groups of forest types, for successful growth of pine. In mixed stands, untouched by commercial logging, the spruce element, quantitatively not exceeding the pine one, are stunted and produce less stock.

Keywords: composition of mixed forest stand, average height, diameter, absolute completeness, variability of inventory indices, analysis of variance

Введение

Исследование закономерностей изменения таксационных показателей элементов леса на разных возрастных этапах роста этих смешанных древостоев позволяет сделать выводы о сложившейся естественным путем (т. е. без хозяйственного вмешательства) структуре хвойного древостоя к возрасту рубки спелого насаждения [10, 14, 20, 21, 22, 23]. Существенным фактором, влияющим на продуктивность смешанных древостоев сосны и ели, является состав древостоя. Достоверные заключения об оптимальном составе древостоя с лесохозяйственной позиции можно делать только по результатам длительных наблюдений на постоянных пробных площадях. Рассматривая естественный ряд развития смешанных древостоев сосны и ели, можно смоделировать общую закономерность для каждого элемента леса их составляющих.

Проведенные исследования в древостоях с раз-

ной долей участия сосны и ели на опытных объектах зеленомошной серии типов леса позволили обобщить результаты многолетних наблюдений и выявить закономерности влияния состава древостоя на показатели строения смешанных хвойных насаждений [13].

Методика исследований

Для экспериментальных работ использованы стационарные объекты сроком наблюдений 85-50 лет и разными вариантами опытов, заложенные в разные годы сотрудниками ЛенНИИЛХ и кафедры лесоводства СПбГЛТА, расположенные в Гатчинском лесничестве Ленинградской области [6, 9, 13]. При закладке и таксации пробных площадей, при расчетах таксационных показателей древостоев, наряду с требованиями стандартов (ГОСТ 16483.6-80, ОСТ 56-69-83), руководствовались общепринятыми положениями, изложенными Н.П. Анучиным [1], С.Н. Сенновым [11] и др., и действующими нормативно-справочными материала-

ми [8, 12, 16, 17].

Для составления эскизов таблиц хода роста смешанных модальных зеленомошной группы типов леса средней подзоны тайги на территории Ленинградской области использовали материалы сплошных перечетов за 60-летний период на 30 постоянных пробных площадях [13].

Первичными показателями моделирования эскизов хода роста служили средняя высота (H), средний диаметр (D), сумма площадей сечения (G), запас (M). По вычислениям средних значений таксационных показателей определялись средние составы насаждений по возрастным группам с построением графиков изменения последних.

Результаты исследований и выводы

Проведенный анализ таксационных данных показал, что медианная линия по средней высоте и диаметру на опытных объектах имеет различия хода роста от табличных справочных данных [7, 12].

Сосновый ярус на опытных объектах растет по I,2-I,4 классу бонитета, а по диаметру ход роста выше средних табличных данных для нормальных и модальных древостоев региона [12, 16]. Еловый элемент смешанных хвойных древостоев по своим показателям растет по II-II,4 классу бонитета, и его рост соответствует таблицам хода роста модальных древостоев с преобладанием ели для региона исследования [7, 12, 17]. Большинство рассматриваемых постоянных пробных площадей приурочены к двучленным почвам, состоящим из супесчаного и супесчано-суглинистого по профилю горизонта, расположенного на красных моренных валунных суглинках. В ряде публикаций авторы уже указывали на то, что данные почвы наиболее производительные для роста смешанных сосново-еловых древостоев [3, 4, 5, 15, 18, 19].

На основе полученных многолетних опытных данных были построены эскизы таблиц хода роста по основным таксационным показателям. Показатель суммы площадей поперечных сечений у соснового яруса фактически на всех опытных объектах имеет направленность к увеличению до возраста 100-120 лет. У ели эта зависимость проявляется только до возраста 80-85 лет. Это объясняется большей степенью самоизреживания елового элемента в смешанных хвойных древостоях и уменьшением количества деревьев во всему ряду распределения по ступеням толщины.

Оценка влияния количественной представленности в составе древостоя сосны и сохранение ее преобладания в составе древостоя от 6 до 9 единиц в составе позволяет к возрасту 90-100 лет сформировать древостой с близкими сходными средними диаметрами 26-28 см, однако с колебанием средней высоты от 25-30 метров, что будет отражаться на запасе и товарной структуре древостоев.

Еловый ярус в древостоях с преобладанием сосны более вариабельный по высоте: размах составляет от 14 до 22 м в зависимости от доли ее участия к возрасту 80-90 лет, а по диаметру – от 14 до 20 см.

При уменьшении участия в составе доли сосны в конечном итоге к возрасту 90-100 лет сосна независимо от состава будет иметь сходные средние высоты, однако средние диаметры будут вариабельней, чем в древостоях с ее преобладанием.

При преобладании в составе древостоя ели вариабельность показателей средней высоты ниже, чем в древостоях с большей долей участия сосны, однако по среднему диаметру вариабельность более выражена. Разновариантность и различия в динамике хода роста по таксационным показателям за период исследования в смешанных хвойных насаждениях, не затронутых лесохозяйственным воздействием, в зеленомошной серии типов леса связано с несколькими факторами. Наш взгляд, в первую очередь оказывает влияние изначальная густота соснового элемента, а затем елового, а также степень их разновозрастности. Этот фактор закладывает форму состава древостоя, которая может быть довольно стабильной в дальнейшем онтогенезе смешанного древостоя. Данную картину можно наблюдать на исследуемых пробных площадях, где сосна преобладает в составе древостоя. Однако и почвенно-гидрологические условия являются одним из ведущих лесотипологических факторов. При временном избыточном увлажнении рост ели будет тормозиться, и она будет расти вторым ярусом. В более благоприятных условиях ель с возрастом начинает изреживаться, и еловый ярус начинает показывать отрицательный прирост по запасу.

На рис. 1 показан ход роста сосны по высоте в смешанных хвойных насаждениях, в нормальных и модальных древостоях за период с 1963 по 2015 гг. На рис. 2 представлен ход роста ели по высоте в смешанных хвойных насаждениях, в нормальных и модальных

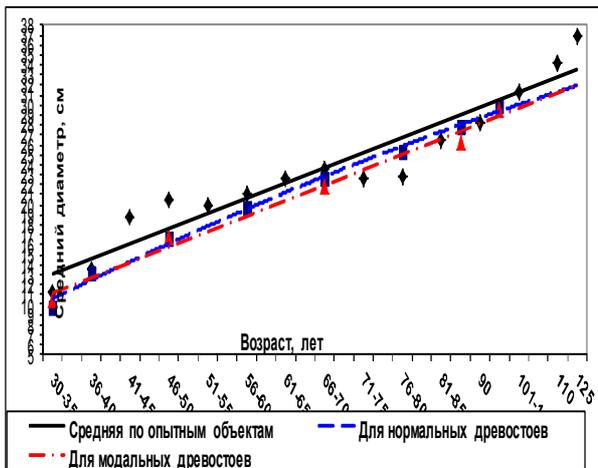
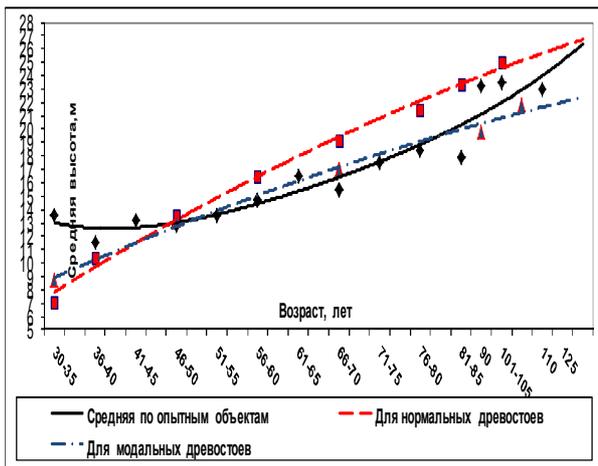


Рис. 1. Ход роста сосны по высоте и диаметру в смешанных хвойных насаждениях в нормальных и модальных древостоях за период с 1963 по 2015 гг.

древостоях за период с 1963 по 2015 гг., и ход роста ели по диаметру за этот же период. Основные показатели елового яруса в древостоях с преобладанием сосны более вариабельны. По высоте размах варьирования составляет от 14 до 22 м и зависит от доли ее участия в составе. По диаметру размах варьирования несколько меньше, чем по высоте, – от 14 до 20 см.

Результаты исследований на опытных объектах показывают, что при уменьшении участия сосны в составе древостоев к возрасту 90-100 лет она будет иметь сходные средние высоты в древостоях любого состава (рис. 1). При этом средние диаметры намного вариабельней, чем средние высоты. В первую очередь это относится к древостоям с преобладанием сосны в их составе. При преобладании в составе древостоя ели вариабельность показателей по средней высоте ниже,

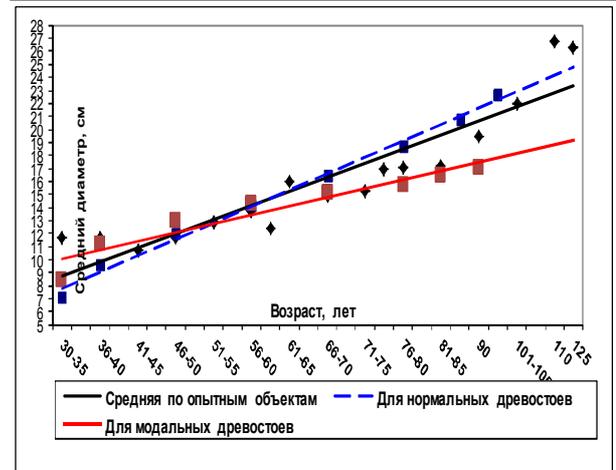


Рис. 2. Ход роста ели по высоте и диаметру в смешанных хвойных насаждениях в нормальных и модальных древостоях за период с 1963 по 2015 гг.

чем в древостоях с большей долей участия сосны (рис. 2). При этом вариабельность по среднему диаметру ели выше.

На вариабельность ($C_v\%$) средних высот и диаметров на опытных объектах оказывает влияние доля участия той или иной породы в составе древостоя (табл. 1, 2). Проявляется интересная закономерность: независимо от доли участия сосны в составе древостоя ее средняя высота по пробным площадям варьируется в большинстве случаев меньше, чем у ели.

Сумма площадей поперечного сечения варьируется в большей степени у елового элемента, так как это связано с первоначальной густотой хвойных пород на момент закладки опыта. Сосновая часть древостоя стабильнее удерживает количественную представленность стволов, чем еловая часть, и поэтому у нее ва-

Природопользование

риабельность по абсолютной полноте ниже по всем объектам. У еловой части древостоя вариабельность по абсолютной полноте выше в древостоях с преобладанием сосны. Анализ взаимосвязи между элементами древостоев в зеленомошной группе типов леса на опытных объектах за этот период показал, что состав насаждения значимо влияет на средние диаметр и высоту ярусов, слагающих смешанные хвойные древостои, что подтверждают данные однофакторного дисперсионного анализа на достоверном уровне по критерию Фишера (табл. 3, 4).

Результаты однофакторного анализа показывают, что из всех факторов среднюю высоту яруса в смешанных древостоях определяет состав древостоя для ели на 42 %, а для сосны – на 23 %. Из таблицы следует, что в случаях преобладания ели в составе древостоя это значимо влияет на средний диаметр елового яруса. Из всех факторов на его долю приходится 42,3 %, а на долю соснового элемента – всего 29 % влияния на средний диаметр яруса.

Таблица 1

Вариабельность (Cv%) средних высот и диаметров, абсолютной полноты за период опыта
в зависимости от состава древостоя (древостои с увеличивающейся долей ели)

ППП	2Л	4	18В	20В	18А	20А
Состав	$\frac{89E11C+B,Oc}{87E3C4B6Oc}$	$\frac{55E15C21Oe9B}{58E12C15B15Oc}$	$\frac{46C40E14B}{57C16E27B}$	$\frac{40C38E12B10Oc}{32C40E11B17Oc}$	$\frac{55C34E11B}{68C9E23B}$	$\frac{32C40E11B17Oc}{45C33E14B8Oc}$
Н ср (Cv%)						
ель	11,7	22,9	31,7	5,8	43,5	2,3
сосна	14,3	11,5	13,0	9,2	19,4	8,4
D ср (Cv%)						
ель	21,1	14,6	21,8	7,2	37,0	11,1
сосна	22,9	15,4	13,0	11,2	24,7	10,5
G ср м ² /га (Cv%)						
ель	7,5	15,8	38,2	11,6	64,5	9,1
сосна	23,3	13,0	10,3	4,1	4,1	6,4

* В числителе состав древостоя на начало опыта, в знаменателе – на конец

Таблица 2

Вариабельность (Cv%) средних высот и диаметров, абсолютной полноты за период опыта
в зависимости от состава древостоя (древостои с увеличивающейся долей сосны)

ППП	23	12	22	16А	9	11	16В	14
Состав	$\frac{C90E8E2Oc}{99C1E+B, Oлc}$	$\frac{82C15E3B+Oc}{83C6E6B5Oc}$	$\frac{77C21EE2Oc}{97C2E1B+Oлc}$	$\frac{75C18E7B}{86C10E4B}$	$\frac{70C25E5B6+O}{68C28E2B2Oc}$	$\frac{56C38E6B+Oc}{43C48E8B1Oc}$	$\frac{48C38E14B}{44C48E4B4Oc}$	$\frac{61C29E10B}{56C23E21B}$
Н ср (Cv%)								
ель	28,0	15,6	24,5	12,5	8,9	11,3	8,7	16,2
сосна	6,3	8,4	7,0	5,7	16,1	10,4	10,0	13,0
D ср (Cv%)								
ель	25,6	15,6	22,1	13,5	7,2	14,6	16,4	19,1
сосна	8,2	11,2	6,0	10,0	17,0	8,8	6,1	15,1
G ср м ² /га (Cv%)								
ель	66,0	40,8	62,7	8,7	19,2	6,6	21,4	12,0
сосна	12,2	6,0	9,6	4,0	18,7	5,7	10,8	19,9

* В числителе состав древостоя на начало опыта, в знаменателе на конец

Таблица 3

Данные однофакторного дисперсионного анализа взаимосвязи между элементами древостоев в зеленомошной группе типов леса на опытных объектах по критерию Фишера (средний диаметр)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Фактический критерий Фишера Fф	Теоретический критерий Фишера Fт p=1 %	Теоретический критерий Фишера Fт p=5 %	Вероятность принятия нулевой гипотезы
Для сосны							
Общая	4030,59593	85					
Вариантов	2877,11543	14	205,5082	12,64962	2,343752	1,833616	3,53E-14
Остаточная	1153,4805	71	16,2462				
Для ели							
Общая	2489,328953	85					
Вариантов	1436,179751	14	102,5843	6,915908	2,343752	1,833616	1,11E-08
Остаточная	1053,149202	71	14,83309				

Таблица 4

Данные однофакторного дисперсионного анализа взаимосвязи между элементами древостоев в зеленомошной группе типов леса на опытных объектах по критерию Фишера (средняя высота)

Дисперсия	Сумма квадратов	Средний квадрат	Фактический критерий Фишера Fф	Теоретический критерий Фишера Fт p=5 %	Вероятность принятия нулевой гипотезы
Для сосны					
Общая	2335,99				
Вариантов	1362,29	113,52	8,744392	1,883642259	3,76E-10
Остаточная	973,69	2,98			
Для ели					
Общая	1919,09				
Вариантов	1469,72	113,06	18,11392359	1,858619838	9,79E-18
Остаточная	449,38	6,24			

Проведенный дисперсионный анализ влияния состава древостоя на абсолютную полноту по ярусам смешанного насаждения не показал статистически значимой зависимости между этими таксационными характеристиками древостоя по критерию Фишера (F). Однако это факт носит некоторое диалектическое противоречие, так как сумма площадей сечений есть производная от густоты древостоя. Для выявления влияния густоты хвойных элементов (ярусов) древостоя на формирование состава к возрасту спелого насаждения был проведен однофакторный дисперсионный анализ, позволивший выявить эту взаимосвязь. Расчеты показали, что сосновый ярус в зависимости от исходной густоты оказывает достоверное влияние на формирование состава смешанного насаждения. По критерию Фишера эта связь достоверна на 1-5 % уровнях, а доля

этого фактора может составлять от 45-70 % от всех неучтенных факторов.

Для елового элемента древостоя этот показатель оказывает статистически значимое влияние на уровне от 11 до 45 %. Это можно интерпретировать как факт экологического соответствия условий зеленомошной группы типов леса для более успешного произрастания сосны. На этапе средневозрастного насаждения (30-40 лет) уже сложившаяся структура (густота и сумма площадей поперечного сечения) древостоя на уровне элементов леса позволяет сохранять свои позиции сосновому ярусу до возраста спелого насаждения. Если еловый элемент количественно не превышает сосновый, то чаще всего в зеленомошной серии типов леса в смешанных древостоях, не затронутых хозяйственными рубками, отстает в росте и продуцирует меньший

запас или в результате обостряющейся конкуренции начинает переходить в отпад, как это произошло на ППП-16А и 16В к возрасту спелого насаждения. Однако в ряде случаев с наиболее благоприятными условиями роста ель конкурирует с сосной, и ее участие в составе к возрасту 80-90 лет может быть выше, как это сложилось на ППП-20А в условиях черничного типа леса. Конкурентные взаимоотношения между породами определяются количественной представленностью хвойных элементов и на разных возрастных этапах могут обостряться, что приводит к дифференциации и отпаду.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Ход роста сосны и ели в смешанном древостое обусловлен составом древостоя, который влияет на весь жизненный цикл его развития.
2. Сосновый ярус на опытных объектах растет по I,2-I,4 классу бонитета, а по диаметру ход роста выше средних табличных данных для нормальных и модальных древостоев региона.
3. Еловый элемент смешанных хвойных древостоев по своим показателям растет по II,2-II,4 классу

бонитета, и его рост соответствует таблицам хода роста модальных древостоев с преобладанием ели для региона исследования.

4. Сумма площадей поперечных сечений у соснового яруса фактически на всех опытных объектах имеет направленность к увеличению до возраста 100-120 лет. У ели эта зависимость проявляется только до возраста 80-85 лет.
5. Сумма площадей поперечного сечения, т. е. абсолютная полнота в смешанных древостоях, варьируется в большей степени у елового элемента, так как это связано с первоначальной густотой хвойных пород.
6. На вариабельность средних высот и диаметров на опытных объектах оказывает влияние состав древостоя.
7. Независимо от доли участия сосны в составе древостоя средняя высота варьируется в большинстве случаев меньше, чем у ели.
8. Анализ взаимосвязи между элементами древостоев в зеленомошной группе типов леса на опытных объектах показал, что состав насаждения значительно влияет на средние диаметр и высоту ярусов в хвойном древостое.

Библиографический список

1. Анучин, Н. П. Лесная таксация [Текст] / Н. П. Анучин. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Беляева, Н. В. Закономерности функционирования сосновых и еловых фитоценозов на объектах рубок ухода и комплексного ухода за лесом [Текст] : моногр. / Н. В. Беляева, Д. А. Данилов. – СПб., 2014. – 164 с.
3. Голубева, Л. В. Лесоводственно-экологическая трансформация постагрогенных земель на карбонатных отложениях в подзоне средней тайги Архангельской области [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Л. В. Голубева. – Архангельск, 2015. – 160 с.
4. Данилов, Д. А. Влияние структуры древостоя на плотность древесины сосны и ели в черничном типе леса [Текст] / Д. А. Данилов, А. П. Смирнов // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 4. – С. 13-20.
5. Дыренков, С. А. Структура и динамика таежных ельников [Текст] / С. А. Дыренков ; отв. ред. В. А. Алексеев. – Л. : Наука, 1984. – 176 с.
6. Кранкина, О. Н. Программа рубок ухода в сосново-еловых насаждениях южной тайги: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / О. Н. Кранкина. – Л., 1986. – 250 с.
7. Лесотаксационный справочник по Северо-Западу СССР [Текст] / подгот. А. Г. Мошкалевым [и др.]. – Л., 1984. – 319 с.
8. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки [Текст]. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 60 с.
9. Пирогов, Н. А. Рост и структура оптимальных по продуктивности сосняков черничных Ленинградской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 [Текст] / Н. А. Пирогов. – СПб., 1995. – 181 с.
10. Свалов, С. Н. Применение статистических методов в лесоводстве [Текст] / С. Н. Свалов // Итоги науки и техники. Серия Лесоведение и лесоводство. – 1985. – Т 4. – 165 с.

11. Сеннов, С. Н. Методические рекомендации по закладке постоянных пробных площадей по рубкам ухода [Текст] / С. Н. Сеннов. – Л., 1972. – 20 с.
12. Тетюхин, С. В. Лесная таксация и лесоустройство. Нормативно-справочные материалы по Северо-Западу РФ [Текст] / С. В. Тетюхин, В. Н. Минаев, Л. П. Богомолова. – СПб., 2004. – 369 с.
13. Филиппов, Г. В. Ход роста древостоев, не затронутых хозяйственным воздействием [Текст] / Г. В. Филиппов, Н. А. Пирогов // Сб. тр. СПбНИИЛХ. – 2001. – Вып. 1(5). – 32 с.
14. Филиппов, Г. В. Изменчивость таксационных показателей древостоев и ее значение для выбора критериев оценки потенциальной продуктивности лесорастительных условий [Текст] / Г. В. Филиппов, В. Н. Федорчук, Н. А. Пирогов // Гидролесомелиорация и эффективное использование земель лесного фонда: Информационные материалы. – Вологда, 1998. – С. 81-88.
15. Федорчук, И. Н. Лесные экосистемы северо-западных районов России: Типология, динамика, хозяйственные особенности [Текст] / И. Н. Федорчук, В. Ю. Нешатаев, М. Л. Кузнецова. – СПб., 2005. – 382 с.
16. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии [Текст] : нормативно-справочные материалы / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепашенко, С. Нильссон, Ю. И. Булуй. – М. : МПР РФ, 2006. – 803 с.
17. Система моделей роста и динамики продуктивности лесов России. 2. Таблицы биологической продуктивности [Текст] / А. З. Швиденко [и др.] // Лесное хозяйство. – 2004. – № 2. – С. 40-44.
18. Чертов, О. Г. Экология лесных земель [Текст] / О. Г. Чертов. – Л. : Наука, 1981. – 192 с.
19. Царенко, В. П. Продуктивность и качество древесины смешанных елово-сосновых древостоев на почвах двучленного строения [Текст] / В. П. Царенко, Д. А. Данилов, А. П. Смирнов // Известия СПбГАУ. – 2014. – № 36. – С. 55-60.
20. Drössler, L. Application and limitations of growth models for silvicultural purposes in heterogeneously structured forest [Text] / L. Drössler, N. Fahlvik, B. Elfving // Sweden journal of forest science. – 59, 2013 (11). – S. 458-473.
21. Cameron, A. D. Developing a sustainable irregular structure: an evaluation of three inventories at 6-year intervals in an irregular mixed-species stand in Scotland [Text] / A. D. Cameron, M. O. R. Hands // Forestry. – 2010. – Vol 8. – No. 5.
22. Chang, S. J. Application of the generalized Faustmann model to uneven-aged forest management [Text] / S. J. Chang, K. Von Gadow // Journal of Forest Economics. – 2010. – No.16. – P. 313-325.
23. Prodan, M. Forstliche Biometrie [Text]. – Munchen, Bonn, Wien : BLV Verlagsgesellschaft, 1961. – 432 p.

References

1. Anuchin N. P. *Lesnaja taksacija* [Forest inventory]. Moscow, Forest industry Publ, 1982, 552 p. (In Russian).
2. Beljaeva N. V. Danilov D. A. *Zakonomernosti funkcionirovanija sosnovykh i elovykh fitocenzozov na objektah rubok uhoda i kompleksnogo uhoda za lesom: monografija* [Legitimacies functioning of pine and spruce phytocenoses on logging sites of care and complex care for the forest]. St. Petersburg, Polytechnical University Publ, 2014, 164 p. (In Russian).
3. Golubeva L. V. *Lesovodstvenno-jekologičeskaja transformacija postagrogennykh zemel' na karbonatnykh otlozhenijah v podzone srednej tajgi Arhangel'skoj oblasti*: Diss. kand. s.-h. nauk [Silvicultural and ecological transformation postagrogenic land on carbonate sediments in the middle taiga subzone of the Arkhangelsk region. Can. of agricultural. sci. diss.]. Arhangel'sk, SAFU, 2015. 160 p. (In Russian).
4. Danilov D. A., Smirnov A. P. *Vlijanie struktury drevostoja na plotnost' drevesiny sosny i eli v chernichnom tipe lesa* [Influence of stand structure on the density of pine and fir forests in the myrtillus type]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*. [Forest Technical journal], Voronezh, 2014, no.4, pp. 13-20. (In Russian).
5. Dyrenkov S. A. *Struktura i dinamika taezhnykh el'nikov* [Structure and dynamics of boreal spruce forests]. Leningrad, 1984, 176 p. (In Russian).
6. Krankina O. N. *Programma rubok uhoda v sosново-elovykh nasazhdenijah juzhnoj tajgi*: diss. kand. s.-h. nauk [The

program of thinning in pine and spruce stands of southern taiga Can. of agricultural. sci. diss.]. Leningrad, FTA, 1986, 250 p. (In Russian).

7. *Lesotaksacionnyj spravochnik po Severo-Zapadu SSSR. Podgot. A. G. Moshkalevym i dr.* [The forest taxation guide to North-West of the USSR]. Leningrad, FTA. n.S. M. Kirova Publ; L.: LTA, 1984. 319 p. (In Russian).

8. *OST 56-69-83. Ploshhadi probnye lesoustroitel'nye. Metody zakladki* [State Standard 56-69-83. Square test forest management. Methods]. Moscow Standard Publ., 1984. 60 p. (In Russian).

9. Pirogov N. A. *Rost i struktura optimal'nyh po produktivnosti sosnjakov chernichnyh Leningradskoj oblasti.* Diss. kand. s.-h. nauk [Growth and structure of optimal productivity myrtillus pine forest of the Leningrad Region. Can. of agricultural. sci. diss.]. St. Petersburg, 1995. 181 p. (In Russian).

10. Svalov S. N. *Primenenie statisticheskikh metodov v lesovodstve* [Application of statistical methods in forestry]. *Itogi nauki i tehniki. Serija lesovedenie i lesovodstvo. T4.* [The results of science and technology. Series silviculture, Vol. 4], Moscow, VINITI Publ., 1985, 165 p. (In Russian).

11. Sennov S. N. *Metodicheskie rekomendacii po zakladke postojannyh probnyh plo-shhadej po rubkam uhoda* [Methodical recommendations for the establishment of permanent sample plots for thinning]. Leningrad, 1972, 20 p. (In Russian).

12. Tetjuhin S. V. Minaev V. N., Bogomolova L. P. *Lesnaja taksacija i lesoustrojstvo. Normativno-spravochnye materialy po Severo-Zapadu RF* [Forest inventory and forest management. Regulatory reference materials for the North-West of Russia] St. Petersburg, 2004, 369 p. (In Russian).

13. Filippov G. V., Pirogov N. A. *Hod rosta drevostoev, ne zatronutyh hozjajstvennym vozdejstviem* [Progress growth stands, untouched by the impact of forestry.] *Sb. tr. SPbNILH* [Proceedings of SPbNILH] St. Petersburg, 2001, Vol. 1(5), pp. 32-33 (In Russian).

14. Filippov G. V., Fedorchuk V. N., Pirogov N. A. *Izmenchivost' taksacionnyh pokazatelej drevostoev i ee znachenie dlja vybora kriteriev ocenki potencial'noj produktivnosti lesorastitel'nyh uslovij* [Variability of taxational indicators of stands and its implications for choice of criteria for assessing the potential productivity of forest conditions]. *Gidrolesomelioracija i jeffektivnoe ispol'zovanie zemel' lesnogo fonda: Informacionnye materialy* [Hydromelioration and efficient use of forest land: Information material]. Vologda, 1998, pp. 81-88. (In Russian).

15. Fedorchuk I. N. Neshataev V. Ju., Kuznecova M. L. *Lesnye jekosistemy severo-zapadnyh rajonov Rossii: Tipologija, dinamika, hozjajstvennye osobennosti* [Forest ecosystems north-western regions of Russia: typology, dynamics, characteristics forestry]. St. Petersburg, 2005, 382 p. (In Russian).

16. Shvidenko A. Z., Shhepashhenko D. G., Nilsson S., Buluj Ju.I. *Tablicy i modeli hoda rosta i produktivnosti nasazhdenij osnovnyh lesoobrazujushih porod Severnoj Evrazii (normativno-spravochnye materialy)* [Tables and model course of growth and productivity of plants main tree species in Northern Eurasia (standard reference materials)]. Moscow, MPR RF Publ., 2006, 803 p. (In Russian).

17. Shvidenko A. Z., Shhepashhenko D. G., Nilsson S., Buluj Ju.I. *Sistema modelej rosta i dinamiki produktivnosti lesov Rossii. 2. Tablicy biologicheskoj produktivnosti* [System models of growth and dynamics of Russian forest productivity. 2. Table biological productivity]. *Lesnoe hozjajstvo, [Forestry.]* Moscow, 2004, no.2, pp. 40-44. (In Russian).

18. Chertov O. G. *Jekologija lesnyh zemel'* [Ecology forestland]. Leningrad, 1981, 192 p. (In Russian).

19. Careno V. P., Danilov D. A., Smirnov A.P. *Produktivnost' i kachestvo drevesiny smeshannyh elovo-sosnovykh drevostoev na pochvah dvuchlennogo stroenija* [Productivity and quality of wood mixed spruce-pine stands on soils of binomial structure]. *Izvestija SPBGAU* [Proceedings of St. Petersburg Agrarian University]. St. Petersburg, 2014, no.36, pp. 55-60. (In Russian).

20. Drössler L, Fahlvik N., Elfving B. Application and limitations of growth models for sil-vicultural purposes in heterogeneously structured forest in Sweden journal of forest science, 59, 2013 (11): pp. 458-473.

21. Cameron, A. D. and Hands, M. O. R. Developing a sustainable irregular structure: an evaluation of three inventories at 6-year intervals in an irregular mixed-species stand in Scotland. *Forestry*, 2010, Vol 83, no. 5.

22. Chang, S. J. and Von Gadow, K. Application of the generalized Faustmann model to un-even-aged forest management. *Journal of Forest Economics*, 2010, 16, pp. 313-325.

23. Prodan M. *Forstliche Biometrie.* Munchen, Bonn, Wien: BLV Verlagsgesellschaft, 1961, 432 p.

Сведения об авторах

Данилов Дмитрий Александрович – директор ФГБНУ «Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: stown200@mail.ru.

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

Мартынов Алексей Николаевич – профессор кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: galbel06@mail.ru.

Зайцев Дмитрий Андреевич – аспирант кафедры лесоводства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: disoks@gmail.com.

Information about authors

Danilov Dmitry Aleksandroovich – Director of Federal State Educational Scientific Institution «Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture «Belogorka», PhD in Agriculture, Saint-Petersburg, 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», DSc in Agriculture, Associate Professor, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: galbel06@mail.ru.

Martynov Alexey Nikolaevich – Professor of Forestry Department of Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov», DSc in Agriculture, Professor, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: galbel06@mail.ru.

Zaytsev Dmitriy Andreevich – 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: disoks@gmail.com.

DOI: 12737/25194

УДК 630*453: 582.475.2(571.16)

ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ В ПИХТОВЫХ ЛЕСАХ, ПОВРЕЖДЕННЫХ В ХОДЕ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА

кандидат сельскохозяйственных наук **Н. М. Дебков**

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Российская Федерация

В начале текущего столетия участились случаи инвазий дендрофильных насекомых. Воздействия инвайдеров приводят к деградации лесных экосистем и потере природного биологического разнообразия. В статье рассмотрена инвазия уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. в пихтовые леса Западной Сибири. Целью исследований являлась оценка потенциала естественного возобновления пихтовых лесов Западной Сибири, поврежденных уссурийским полиграфом. Исследования проведены в южной части Томской области на 11 пробных площадях. Объектами исследований являлись как монопородные пихтовые древостой, так и полидоминантные сообщества пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) с участием сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), березы повислой (*Betula pendula* Roth) и осины (*Populus tremula* L.). Обследованные насаждения относились к приспевающему или спелому возрастным состояниям. Изучение естественного возобновления проводилось по стандартным методикам. Использовался метод трансект. Измерениям подвергались основные морфологические параметры подроста. Характер