

УДК 630*11:630*566(470.11)
DOI 10.17513/use.38084

ОСОБЕННОСТИ РОСТА *PINUS SYLVESTRIS* L. В МЕСТАХ, ОГРАНИЧЕННЫХ БЕЛЫМ МОРЕМ, НА ТЕРРИТОРИИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Давыдов А.В., Богданов А.П., Третьяков С.В.,
Цветков И.В., Карабан А.А., Парамонов А.А.

ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Архангельск,
e-mail: a.v.davydov@sevniilh-arh.ru

В связи с высокой экологической ценностью естественных сосновых древостоев, ограниченных Белым морем, авторами было проведено исследование роста сосны (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей по береговой линии на территории Архангельской области. Остается открытым вопрос о том, применимы ли таксационные нормативы для таких древостоев. Особенности приморских сосен связаны с повышенной ветровой нагрузкой, а также специфическими условиями роста на песках. Полевые исследования проведены летом 2022 г. на территории острова Ягры (Приморский район, г. Северодвинск), а также в районе г. Онега (Онежский район). Всего произведены измерения на 18 пробных площадях в разных типах леса. В большинстве случаев доминантным видом напочвенного покрова выступает черника (*Vaccinium myrtillus* L.). Сравнение того, как соотносятся средние диаметры и высоты со средними возрастными, позволило отметить существенное влияние ветровой нагрузки и освещенности на динамику роста приморских насаждений сосны. Выявленные особенности роста отличаются от показателей таблиц хода роста как для северотаежных и притундровых сосновых древостоев Архангельской области, так и для притундровых сосен европейской части России.

Ключевые слова: сосняк, динамика роста, нормативы таксации, Белое море, ветровая нагрузка

Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства «Разработка лесотаксационных нормативов для насаждений сосны обыкновенной на северном пределе их распространения, расположенных на границе с открытыми пространствами: тундрами, водно-болотными участками (морем) в районе притундровых лесов и редкостойной тайги и в защитных лесах северотаежного района европейской части Российской Федерации и разработка рекомендаций по ведению в них хозяйства» (регистрационный номер темы: 122012600067-9).

GROWTH FEATURES OF *PINUS SYLVESTRIS* L. IN PLACES BOUNDED BY THE WHITE SEA ON THE TERRITORY OF THE ARKHANGELSK REGION

Davydov A.V., Bogdanov A.P., Tretyakov S.V.,
Tsvetkov I.V., Karaban A.A., Paramonov A.A.

Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, e-mail: a.v.davydov@sevniilh-arh.ru

Due to the high ecological value of natural pine stands bounded by the White Sea, the authors conducted a study of the growth of pine (*Pinus sylvestris* L.) growing along the coastline in the Arkhangelsk region. The question remains whether the taxation standards are applicable for such stands. The features of seaside pines are associated with increased wind load, as well as specific growth conditions on the sands. Field studies were conducted in the summer of 2022 on the territory of Yagry Island (Primorsky district, Severodvinsk), as well as in the area of Onega (Onega district). In total, measurements were made on 18 test areas in different types of forest. In most cases, blueberries (*Vaccinium myrtillus* L.) are the dominant type of ground cover. A comparison of how average diameters and heights correlate with average ages allowed us to note the significant influence of wind load and illumination on the growth dynamics of coastal pine stands. The revealed growth features differ from the indicators of the growth course tables for both the north taiga and tundra pine stands of the Arkhangelsk region, and for the tundra pines of the European part of Russia.

Keywords: pine forest, growth dynamics, taxation standards, White Sea, wind load

The publication was prepared based on the results of research work carried out within the framework of the state assignment of the «Northern Research Institute of Forestry» to conduct applied scientific research in the field of activity of the Federal Forestry Agency «Development of forest inventory standards for Scots pine plantations at the northern limit of their distribution, located on the border with open spaces: tundra, wetlands (sea) in the area of near-tundra forests and sparse taiga and in protective forests of the northern taiga region of the European part of the Russian Federation and the development of recommendations for managing their economy» (registration number of the topic: 122012600067-9).

Сосняки, располагающиеся на участках, ограниченных Белым морем, представляют не столько хозяйственную, сколько экологическую и эстетическую ценность [1; 2]. На динамику роста сосен могут влиять самые разные факторы, изучением которых занимаются и за рубежом [3–5]. В частности, исследователями опубликованы сведения о повышении продуктивности в связи с последствиями изменения климата [6].

За исключением лесохозяйственной деятельности, на особенности формирования сосновых древостоев в определенной местности большое влияние оказывают природно-климатические условия. Наиболее существенными факторами для формирования притундровых лесов являются лесные пожары, низкие температуры воздуха и почвы, а также сильные арктические ветра. Считается, что пирогенное влияние, которое прогревает почву и снабжает ее питательными элементами от сгоревших растений, является главным фактором, способствующим естественному лесовозобновлению в притундровых лесах. В свою очередь, почвенные условия оказываются наиболее благоприятными вблизи водоемов, поскольку рядом с ними формируется более теплый микроклимат. При этом хвойные деревья вырастают сравнительно низкими, поскольку их кроны преломляют сильные потоки воздуха, надвигающиеся на притундровые древостои с безлесных пространств Арктики. Соответственно, притундровые леса служат естественным климаторегулирующим барьером для поддержания большей продуктивности лесов северной тайги [7, с. 204–212, 230–242, 245–250].

Аналогичное влияние ветровой нагрузки испытывают сосны, произрастающие по берегам Белого моря, поэтому прибрежные древостои сухопутной европейской части Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) формируются в схожих лесорастительных условиях с притундровыми лесами.

Сосновые типы леса в притундровой зоне охарактеризованы исследователями как сосняки мохово-лишайниковые, бруснично-лишайниковые, брусничные, черничные свежие и влажные, кустарничково-сфагновые, сфагновые и ерниковые [7, с. 316–317, 328]. Сосны прибрежной полосы западной части Белого моря (Онежская губа) на территории Республики Карелия произрастают преимущественно в условиях заболоченности. Из них формиру-

ются кустарничково-сфагновые, скальные, чернично-скальные, хвощово-сфагновые сосняки [1]. В свою очередь сосняки Соловецкого архипелага представлены черничными, брусничными, кустарничково-сфагновыми и мохово-лишайниковыми типами леса [8]. Все древостои при указанных географических особенностях являются низкопродуктивными и характеризуются преимущественно V классом бонитета и ниже. Сосняки черничные на острове Ягры, который находится в зеленой зоне г. Северодвинска и относится к Двинской губе Белого моря, отличаются высокой сбежистостью ствола, что объясняется последствиями ветровой нагрузки [2].

Результаты исследования генофонда основных лесобразующих пород западного водосбора Белого моря (Республика Карелия и Мурманская область) позволяют судить об однородности генетических популяций северотаежных и притундровых сосняков региона, то есть об отсутствии значительных микробиологических отличий у сосен обыкновенных в АЗРФ [9].

В то же время имеются сведения о неприменимости северотаежных нормативов динамики роста к соснякам Соловецкого архипелага. В результате влияния морского ветра на них образуются более низкие и искривленные, чем в северной тайге, стволы с большими диаметрами при высоте до 15 м. В результате формируется сильная сбежистость стволов и отсутствует положительная корреляция высоты с возрастом. Исследованные деревья относятся преимущественно к соснякам черничным [10; 11]. Также известно, что специальные таблицы хода роста для Соловецких островов не разрабатывались. Одной из причин является более высокий класс бонитета лесных культур сравнительно с естественными древостоями сосны обыкновенной на острове Большом Соловецком [12].

Что касается сосняков материкового побережья Белого моря, то и в отношении них до сих пор не стоял вопрос о необходимости разработки отдельных таксационных нормативов по динамике роста или уточнения имеющихся таблиц, которые применимы к притундровым лесам.

Цель исследования – изучить особенности строения сосняков материкового побережья Белого моря Архангельской области и сравнить их с динамикой роста северотаежных и притундровых сосновых древостоев.

Материалы и методы исследования

Полевые исследования проводили летом 2022 г. в сосняках, произрастающих на границе с Белым морем и на возвышенности вблизи него в природном рекреационном комплексе местного значения «Сосновый бор острова Ягры» (Приморский район,

г. Северодвинск), а также в 14 квартале Онежского участкового лесничества и 46 квартале Онежского сельского лесничества Онежского лесничества (Онежский район). При закладке, таксации и описании учетных площадок получены данные, использованные для составления описания древостоев в табл. 1 [13, с. 10–15, 22–55].

Таблица 1

Описание сосняков материкового побережья Белого моря на учетных площадках

пп	Бонитет	Тип леса	Формула состава древостоя	Порода	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Общий запас, м ³ /га
На границе с морем («Сосновый бор острова Ягры»)							
1	III	С _{черн}	75С(44)13Б(22)12Ос(23)	С	11,2	15,9	299
				Ос	12,3	16,8	
				Б	9,7	7,8	
2	III	С _{черн}	90С(49)10Б(32) ед. Ос	С	11,4	16,7	414
				Б	12,4	8,5	
3	IV	С _{черн}	91С(60)9Б(41) ед. Ос	С	13,0	14,1	187
				Б	9,8	8,4	
На границе с морем (14 квартал Онежского участкового лесничества)							
4	III	С _{черн-скал}	80С(76)20Е(69) ед. Б	С	16,4	21,2	198
				Е	14,3	15,9	
5	IV	С _{черн-скал}	51С(75)49Е(69) ед. Б ед. Лц	С	15,6	19,2	138
				Е	15,6	11,1	
6	IV	С _{черн-скал}	62С(81)33Е(107)5Б	С	15,8	19,9	147
				Е	13,3	13,5	
				Б	13,9	11,3	
7	III	С _{черн-скал}	79С(83)16Е(107)5Б ед. Лц	С	18,5	28,3	250
				Е	13,3	14,6	
				Б	13,1	10,3	
8	III	С _{черн-скал}	72С(68)18Е(77)10Лц(78) ед. Б	С	15,2	21,5	158
				Е	11,9	14,8	
				Лц	10,7	12,5	
9	III	С _{скал}	81С(70)10Е(73)9Лц(78)	С	15,2	21,2	186
				Е	10,0	11,4	
				Лц	10,7	12,5	
На возвышенности вблизи моря (14 квартал Онежского участкового лесничества)							
10	IV	С _{скал}	82С(56)13Е(44)5Б	С	12,5	14,1	119
				Е	13,0	16,6	
				Б	9,0	12,4	
11	III	С _{скал}	81С(55)19Е(44) ед. Б	С	11,8	12,2	121
				Е	11,0	11,1	
На возвышенности вблизи моря (46 квартал Онежского сельского лесничества)							
12	IV	С _{скал}	81С(68)12Лц(93)7Е(71)	С	15,2	21,5	158
				Лц	10,7	12,5	
				Е	11,9	14,8	
13	IV	С _{скал}	77С(73)19Е(85)4Лц(87) ед. Б	С	13,4	22,1	122
				Е	9,9	12,4	
				Лц	13,4	18,9	

Примечание. С_{черн} – сосняк черничный; С_{чер-скал} – сосняк чернично-скальный; С_{скал} – сосняк скальный.

Таблица 2

Описание сосняков на границе с открытым болотным пространством на учетных площадках

пп	Бонитет	Тип леса	Формула состава древостоя	Порода	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Общий запас, м ³ /га
На холме посреди болота (о. Ягры)							
14	IV	С _{черн}	96С(68)4Б(29) ед. Ос	С	13,3	22,5	373
				Б	10,2	9,9	
На вершине склона (82 квартал Онежского сельского лесничества)							
15	I	С _{черн}	100С(81) ед. Б	С	24,4	22,3	461
16	I	С _{черн}	100С(70) ед. Б ед. Е	С	24,2	21,8	462
Внизу склона на границе с болотом (82 квартал Онежского сельского лесничества)							
17	III	С _{куст-сфагн}	100С(59) ед. Б	С	15,1	14,5	179
18	III	С _{куст-сфагн}	88С(48)12Б(29) ед. Лц	С	16,5	13,9	323
				Б	16,6	13,0	

Примечание. С_{куст-сфагн} – сосняк кустарничково-сфагнового типа леса.



Рис. 1. Сравнение средних по пробным площадям объемов стволов сосны обыкновенной, определенных по формуле для Европейского Севера России и по уравнению для притундровых лесов европейской части России

Также для сравнения влияния открытого пространства и ветровой нагрузки описаны древостои на учетных площадках, представленные в табл. 2.

Для камеральной обработки собранных данных проведен анализ существующих нормативов по Соловецкому архипелагу, по притундровым лесам европейской части России и общих по Европейскому Северу России [7, с. 328–331; 14, с. 233–237; 15, с. 42, 97, 178, 232–233]. Объемные таблицы, раз-

работанные для Соловецкого архипелага, не подходят для сосняков материкового побережья, так как некоторые сопоставления диаметров и высот, представленные в исследуемых древостоях, выходят за пределы табличных. В связи с чем интерполяция в указанных случаях недопустима. Сравнение по средним объемам стволов сосны на учетных площадках, которые определены разными способами по средним диаметрам и высотам, представлено на рис. 1.



Рис. 2. Сосняк на скалистом побережье Белого моря в районе исследований

Согласно рис. 1, показатели объемов стволов, определенные по формуле для сосняков Европейского Севера России и по специальному уравнению для притундровых сосен европейской части России, отличаются несущественно, так как систематическая ошибка составляет $\pm 0,0036 \text{ м}^3$ ($\pm 1,2776\%$). Объемы стволов, рассчитанные по уравнению для притундровых сосен, получаются в основном заниженными, в силу трудных для произрастания природных условий АЗРФ. Существенная разница объемов стволов в древостоях на вершине склона (табл. 2) объясняется тем, что уравнение для расчета объемов стволов притундровых сосен европейской части России не включает высоты более 20 м, при их исключении систематическая ошибка составляет $\pm 0,0027 \text{ м}^3$ ($\pm 1,1361\%$). В связи с этим объемы стволов выше 20 м определяли по формуле для Европейского Севера России [7, с. 330; 15, с. 42].

Уравнение для расчетов объемов стволов притундровых сосен следующее [7, с. 330]:

$$V = G_{1,3} \cdot (0.40 \cdot H + 1.33), \quad (1)$$

где V – объем древесного ствола, м^3 ;

$G_{1,3}$ – площадь поперечного сечения ствола на высоте 1,3 м²;

H – высота ствола, м.

Аналогичным способом определяли объемы стволов сопутствующей породы березы

повислой (*Betula pendula* Roth), высота которых составляет 4,5 м и более [7, с. 331]:

$$V = (0.477 \cdot H + 0.626) \cdot G_{1,3}, \quad (2)$$

Объемы стволов осины (*Populus tremula* L.), ели (*Picea abies* (L.) H.Karst.) и лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), оказавшихся в составе древостоя, определяли по нормативам для Европейского Севера России.

При определении типов леса, как в случае с древостоями на рис. 2, ориентировались на результаты уже имеющихся исследований в АЗРФ [1, 2].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе полевых работ летом 2022 г. заложено 18 учетных площадок в четырех типах леса. Сосняки черничные на о. Ягры являются сильно вытоптантыми, как показано на рис. 3, но черника (*Vaccinium myrtillus* L.) является наиболее устойчивым видом живого напочвенного покрова, она произрастает как в северотаежной, так и в притундровой лесорастительных зонах. Чернично-скальные сосняки отличаются значительным количеством брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и вороники (*Empetrum nigrum* L.). В скальных сосняках отмечено чередование мохово-лишайникового напочвенного покрова с вересковым (*Calluna vulgaris* (L.) Hill).



Рис. 3. Типичный сосново-березовый древостой в ООПТ «Сосновый бор острова Ягры»

В кустарничково-сфагновых сосняках преобладают сфагнум оттопыренный (*Sphagnum squarrosum* Crome), брусника и морощка (*Rubus chamaemorus* L.).

Средние высоты черничных, скальных и чернично-скальных сосняков, произрастающих на границе с морем и вблизи моря на возвышенности, согласуются с динамиками роста нормальных северо-таежных и притундровых сосновых древостоев Архангельской области, а также с динамикой роста мохово-лишайниковых сосняков Крайнего Севера. Древостой на холме посреди болота на о. Ягры имеет схожую среднюю высоту с древостоями, испытывающими ветровую нагрузку, идущую с Белого моря. Сосняки, заложенные для сравнения, имеют отличающиеся от приморских средние высоты, что указывает на разницу условий произрастания. Древостои, произрастающие на возвышенности вблизи моря, не имеют существенных отличий от насаждений на границе с открытым пространством моря.

Данные из табл. 1 показывают, что средние диаметры исследуемых насаждений соответствуют выбранным динамикам роста меньше, чем в половине случаев. Учитывая светолюбивость сосны, авторы считают, что отмеченные особенности роста по диаметру связаны с повышенным освещением на границе с Белым морем.

Заключение

Исследование сосновых древостоев, произрастающих на побережье Белого моря Онежского и Приморского района Архангельской области, показало, что средние диаметры и высоты имеют сходства и отличия со значениями, приведенными в таблицах хода роста модальных древостоев для северо-таежных и притундровых сосен Европейского Севера России, а также притундровых сосен европейской части России. По средним высотам приморские сосняки занимают промежуточное положение между северо-таежными и притундровыми древостоями, а по средним диаметрам значительно отличаются от тех и других. Приведенные сведения позволяют судить о наличии пробелов в базе лесотаксационных нормативов Европейского Севера России.

Список литературы

1. Громцев А.Н., Бахмет О.Н., Карпин В.А., Петров Н.В., Туонен А.В., Ткаченко Ю.Н. Ландшафтные особенности и экологическая оценка природных комплексов на Карельском и Поморском берегах Белого моря // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2019. № 5. С. 90–98. DOI: 10.17076/eco957.
2. Тюкавина О.Н. Состояние и рост сосны в лесопарке Ягры // Вестник КрасГАУ. 2014. № 3 (90). С. 138–143.
3. Mehtätalo L., Peltola H., Kilpeläinen A., Ikonen V.-P. The Response of Basal Area Growth of Scots Pine to Thinning: A Longitudinal Analysis of Tree-Specific Series Using a Non-linear Mixed-Effects Model // Forest Science. 2014. Is. 60 (4). P. 636–644. DOI: 10.5849/forsci.13-059.

4. Sensuła B., Wilczyński S., Opała M. Tree Growth and Climate Relationship: Dynamics of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Growing in the Near-Source Region of the Combined Heat and Power Plant During the Development of the Pro-Ecological Strategy in Poland // *Water Air Soil Pollut.* 2015. Vol. 226. [Электронный ресурс]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-015-2477-4> (дата обращения: 20.06.2023). DOI: 10.1007/s11270-015-2477-4.
5. Socha J., Tymińska-Czabańska L., Bronisz K., Zięba S., Nawryło P. Regional height growth models for Scots pine in Poland // *Scientific Reports.* 2021. Is. 11. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33990666/> (дата обращения: 20.06.2023). DOI: 10.21203/rs.3.rs-47496/v1.
6. Socha J., Solberg S., Tymińska-Czabańska L., Tompałski P., Vallet P. Height growth rate of Scots pine in Central Europe increased by 29% between 1900 and 2000 due to changes in site productivity. *Forest Ecology and Management.* 2021. Vol. 490. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112721001912> (дата обращения: 20.06.2023). DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119102.
7. Семенов Б.А., Цветков В.Ф., Чибисов Г.А., Елизаров Ф.П. Притундровые леса европейской части России: природа и ведение хозяйства. Архангельск: СевНИИЛХ, 1998. 332 с.
8. Соболев А.Н., Феклистов П.А. Напочвенный покров сосновых насаждений Соловецкого архипелага // *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник.* 2014. Т. 18, № 4. С. 38–44. [Электронный ресурс]. URL: https://les-vest.msfu.ru/les_vest/2014/Les_vest_4_2014.pdf (дата обращения: 20.06.2023).
9. Ильинов А.А., Раевский Б.В., Чирва О.В. Состояние генфондов основных лесобразующих видов водосбора Белого моря (на примере *Picea × fennica* (Regel) Kom. и *Pinus sylvestris* L.) // *Экологическая генетика.* 2020. Т. 18, № 2. С. 185–202. DOI: 10/17816/ecogen19006.
10. Феклистов П.А., Соболев А.Н. О возможности применения таблиц хода роста древесных пород на Соловецких островах // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.* 2008. № 4. С. 152–154.
11. Соболев А.Н., Феклистов П.А. Особенности строения сосновых древостоев на острове Большом Соловецком // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.* 2022. № 1 (385). С. 77–87. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-1-77-87.
12. Соболев А.Н., Феклистов П.А., Грязькин А.В., Гавевский Н.П., Барзут О.С. Рост древостоев разных пород в одинаковых условиях местопроизрастания на Большом Соловецком острове // *Лесной вестник.* 2022. Т. 26, № 2. С. 24–30. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-2-24-30.
13. Третьяков С.В., Коптев С.В., Наквасина Е.Н., Бахтин А.А., Ильинцев А.С., Богданов А.П., Кекишева Ю.Е. Лесная таксация. Часть 4. Закладка, таксация и описание пробных площадей при проведении научных исследований и подготовке выпускных квалификационных работ: учебное пособие. Архангельск: САФУ, 2023. 119 с.
14. Ипатов Л.Ф., Косарев В.П., Проузин Л.И., Торхов С.В. Леса Соловецкого архипелага. Архангельск: ГУП «СОЛТИ», 2009. 244 с.
15. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации: нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской области и Республики Коми. Архангельск: ОАО ИПП «Правда Севера», 2012. 672 с.