

УДК 630*

ФЕКЛИСТОВ Павел Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и защиты леса лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 219 научных публикаций, в т. ч. 6 монографий

СОБОЛЕВ Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Соловецкого государственного историко-архитектурного и природного музея-заповедника. Автор 52 научных публикаций, в т. ч. одной монографии

СВЕТОВОЙ РЕЖИМ В ДРЕВОСТОЯХ РАЗНОГО ПОРОДНОГО СОСТАВА НА СОЛОВЕЦКИХ ОСТРОВАХ

В статье изучен режим освещенности под пологом древостоев разных типов леса и породного состава. Установлено, что количество света приходящего к верхнему пологу лесных фитоценозов составляет 57–67 тыс. лкс. Древостои задерживают в среднем 90–97 % света. Количество света уменьшается по мере продвижения к поверхности почвы. На уровне мохово-лишайникового яруса освещенность составляет 0,9–2 тыс. лкс. Освещенность с южной стороны стволов выше, чем с северной. По площади фитоценоза наибольшая освещенность в «окнах» и наименьшая около стволов деревьев.

Ключевые слова: световой режим, состав древостоя, тип леса, Соловецкие острова, освещенность, полог леса, расстояние от дерева.

Одной из важнейших фундаментальных задач в настоящее время является комплексное исследование современного состояния и оценка ресурсов природной среды Арктики. Удобным модельным объектом для подобного рода исследований можно рассматривать острова [10], которые обладают достаточно высокой природно-ландшафтной репрезентативностью. При этом островные биоценозы высоких широт северного полушария вплоть до настоящего времени изучены довольно фрагментарно.

В этом ряду Соловецкие острова являются значимым объектом наследия РФ, что подтверждается многочисленными документами федерального и мирового уровня (Указ Президента РФ № 1219 от 6 декабря 1995 г., Решение XVI генеральной сессии ЮНЕСКО от 14 декабря 1992 г. и др.). В свою очередь природа Соловков обладает рядом интереснейших особенностей, позволяющих говорить об ее уникальности и высокой значимости. Лесные насаждения, занимающие 67,1 % территории Соловецкого архипелага, являются ключевым

средообразующим компонентом островов. Леса Соловков относят к группе защитных (Распоряжение СМ РСФСР № 830-р от 28 февраля 1959 г.), имеющих научное или историческое значение (Распоряжение СМ РСФСР № 365-р от 19 апреля 1988 г.). Поэтому, несомненно, актуально изучение лесных насаждений Соловецких островов, их состояния и закономерностей изменения под действием различных экологических факторов.

В настоящее время существует несколько десятков научных работ, посвященных растительности и лесным сообществам Соловков [12, 11, 8]. В то же время при определенной изученности природы Соловецких островов многие значимые вопросы по исследованию лесных насаждений и влиянию на них различных факторов (климатических, геофизических и космических и пр.), их изменчивости внутри растительных сообществ в зависимости от состава и структуры остались малоизученными или только обозначенными. В особенности это касается такого ключевого, в глобальном масштабе, фактора, как свет, хотя по данному вопросу и имеются сведения для других регионов [1, 6].

В основу исследований положен метод временных пробных площадей, которые закладывали в соответствии с общепринятыми методиками и рекомендациями [2, 3, 5, 8, 9]. В соответствии с ними в насаждениях основных лесообразующих пород и типов места произрастания Соловецких островов было заложено пять пробных площадей, на которых была сделано лесоводственно-таксационное описание древостоев.

На этих пробных площадях внутри растительных сообществ был изучен характер и изменчивость освещенности. Для чего использовался люксметр Ю-116. Параллельно с изучением освещенности в насаждениях были проведены замеры освещенности на открытом месте.

В древостоях освещенность измерялась следующим образом:

– на разном расстоянии от деревьев главной породы через каждый метр в направлении

«окна», открытого пространства между деревьями;

– с разных сторон света: с севера и с юга от ствола;

– в случайно выбранных точках насаждения на разных высотах над поверхностью почвы: на высоте 1,3 м, на уровне травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов.

В результате на каждой пробной площади было сделано около 290 измерений освещенности. Всего в ходе полевых исследований было сделано 1 160 измерений.

Математико-статистический анализ полученных данных производили на основе общепринятых методов [4] с использованием пакета программ Microsoft Office и прикладных программ Stat.exe, Regres.exe, kor_anl.exe.

Исследования проводились в ельнике, сосняке и осиннике черничных, березняке разнотравном (*табл. 1*), а так же в березняке черничном, в котором древесный ярус сформирован березой извилистой.

При изучении освещенности была ясная, практически безоблачная погода и соответственно освещенность открытого места была максимальной.

Измерение освещенности открытого места вблизи исследуемых древостоев показало, что в целом освещенность была очень высокой, и в среднем составила 61962 лкс (*табл. 2*). Измерения достоверны, получены с достаточно высокой точностью в 3–5 %, изменчивость полученных данных незначительна.

Изменение освещенности в древостоях разного породного состава на территории пробных площадей различается. Очевидно, что освещенность в «окнах» должна быть больше, чем под кронами. Так это и было на самом деле. Однако режим освещенности на пробах отличался.

Самым низким оказался режим освещенности в ельнике черничном. Под деревьями около стволов деревьев освещенность весьма низкая и составляет порядка 600 лкс, а затем она резко возрастает к открытым местам

Таблица 1

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСАЖДЕНИЙ

№ пп	Тип леса	Состав	Порода	Средний диаметр, см.	Средняя высота, м.	Абс. полнота, м ² /га	Отн. полнота	Возраст, лет	Бонитет	Густота, шт/га
1	Е.	8Е2Ос	Е	23	17	18	0,56	187	5	433
	чер	ед	Ос			14				
		С.Б.	С			0,75				
			Б			0,5				
2	Ос. чер	9Ос1Е Ед.Б	Ос Е Б	18	19	14 1,5 0,5	0,5	72	2	617
3	Б. раз- нотрав	8Б2Ос Ед.Е	Б Ос Е	17	19	15,3 3,8 0,83	0,64	71	2	674
4	С. черн	7С2Е1Б+Ос	С Е Б Ос	18	16	17,6 4,3 2 1,16	0,56	81	4	691
5	Б ¹ . чер	8Б2Е	Б	12,4	5,8	7,9	0,65	60	5	—

Таблица 2

ОСВЕЩЕННОСТЬ ОТКРЫТОГО МЕСТА

Место расположения точки измерения	Статистические показатели					
	Среднее значение освещ., лкс	Основная ошибка, лкс	Средне- квадратическое откл., лкс	Коэфф. изменчи- вости, %	Точность, %	Досто- верность
Вблизи ельника и осинника черничных (21.07.2012)	67 083	1 738	6022	9	3	38
Вблизи сосняка черничного и березняка разнотравного (22.07.2012)	56 705	3 073	12 672	22	5	18
Вблизи березняка черничного (24.07.2012)	62 100	2 609	8 252	13	4	23
Среднее:	61 962					

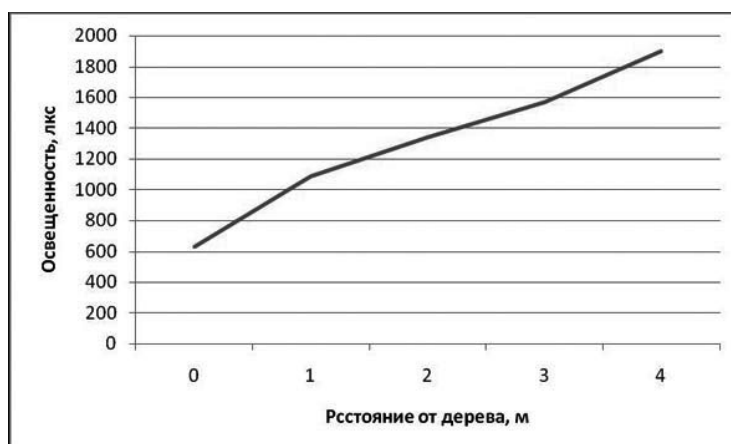


Рис. 1. Освещенность на разном расстоянии от дерева в ельнике черничном

к «выходу» из-под кроны, где может достигать 1 800–2 000 лкс (рис. 1).

Аналогичным образом происходило изменение освещенности и в березняке разнотравном. С теми лишь отличиями, что уровень света был выше и под деревьями и в просветах между деревьями. Освещенность вблизи деревьев составила около 2 000 лкс, а в «окнах» 6 000–7 000 лкс, то есть световой режим был более стабильный и высокий (рис. 2).

Похоже по конфигурации изменение освещенности в осиннике черничном и сосняке черничном. По мере удаления от дерева

освещенность находится почти на одном уровне, а затем резко возрастает к просвету между деревьями. В то же время по абсолютным значениям имеются существенные различия. В осиннике черничном у стволов и под кронами деревьев освещенность составляет порядка 8 000–9 000 лкс, а в сосняке черничном 1 300–1 800 лкс. Затем в «окне» она возрастает до 4 800 лкс в сосняке и до 9 500 лкс в осиннике.

Уровень освещенности закономерно падает от высоты 1,3 м (это высота, на которой измеряется диаметр деревьев, и, фактически, это



Рис. 2. Освещенность на разном расстоянии от дерева в березняке разнотравном

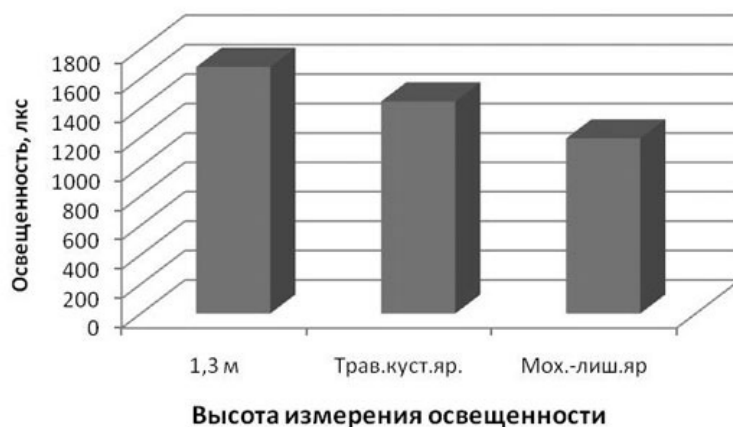


Рис. 3. Изменение освещенности на разной высоте в ельнике черничном

уровень ярусов подростка и подраста) к высоте мохово-лишайникового яруса. Эта закономерность проявляется в древостоях разного состава. Отличия проявляются лишь в величине падения освещенности к поверхности почвы.

Наиболее низкие уровни освещенности на уровне подростка и подраста (1,3 м) наблюдается в ельнике черничном. На высоте груди освещенность в среднем составляет около 1 600 лкс, на высоте травяно-кустарничкового яруса приближается к 1 400 лкс, а на уровне мохово-лишайникового покрова 1 100 лкс (рис. 3).

В других типах леса уровень освещенности на уровне подростка и подраста существенно выше, то есть световой режим более благоприятный. Так в осиннике черничном падение происходит с 5 500 лкс до 1 400 лкс. Ближе к осиннику черничному изменение происходило в сосняке черничном. Освещенность падала примерно с 3 800 до 2 000 лкс. Более низкий уровень освещенности и соответственно уровень падения наблюдался в березняке разнотравном. Уровень падал примерно с 2 600 лкс до 850 лкс на уровне мохово-лишайникового яруса.

Интересно сравнение с березняком черничным из березы извилистой – породы типичной для Соловков и значительно более низкой по высоте. Уровень освещенности на высоте груди в нем составляет примерно 5 900 лкс, а на

уровне мохово-лишайникового яруса 1 700 лкс. Эта порода заметно меньше ослабляет свет по сравнению с березой повислой (березняк разнотравный).

Несмотря на кажущиеся различия светового режима в разных древостоях, можно констатировать, что наиболее стабильна освещенность на уровне мохово-лишайникового покрова. Это уровень 850–2 000 лкс, за исключением березняка разнотравного, где даже на уровне мохово-лишайникового яруса освещенность составляла около 850 лкс. Ельник черничный заметно отличается световым режимом, что вероятно связано с густотой крон и густотой стояния деревьев. Так в ельнике черничном густота деревьев составляет около 400 шт/га, а в других насаждениях порядка 600–700 шт/га.

В целом можно констатировать, что древесный ярус существенно ослабляет освещенность и под полог леса проникает лишь малая часть света, приходящая к верхнему пологу насаждения. В ельнике освещенность падает на 97 % по сравнению с освещенностью открытого места, в осиннике черничном – на 92 %, в березняке разнотравном – на 95 %, в сосняке черничном – на 92 %, а березняке черничном – на 90 %. Таким образом, задержка освещенности ярусом древостоя очень близка в большинстве изученных древостоев и составляет от 90

до 97 %. Надо полагать, что в ельниках задержка освещенности еще выше, так как густота изученного ельника существенно меньше, чем в других древостоях.

Исследование освещенности с разных сторон дерева (под деревом) в насаждениях разного состава показало следующее. Освещенность с северной стороны всегда меньше, чем освещенность с южной. Самая низкая освещенность с северной стороны в ельнике черничном (в среднем 555 лкс), а самая высокая в осиннике черничном (в среднем 4 246 лкс), почти одинакова в березняке разнотравном и сосняке черничном (1 547 лкс и 1 603 лкс соответственно).

С южной стороны освещенность возрастает. В ельнике черничном незначительно (778 лкс), а в березняке разнотравном и осиннике черничном примерно в 2 раза, а в сосняке черничном во много раз и в среднем составляет около 28 000 лкс. Очень высокая освещенность в сосняке черничном проявляется, вероятно, за счет бликов. При измерении освещенность около отдельных деревьев достигала освещенности открытого места.

В среднем освещенность около дерева самая низкая в ельнике черничном (667 лкс), а самая высокая в сосняке черничном (около 15 тыс. лкс) (рис. 4).

Выводы. Таким образом, в результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

Количество света приходящего к верхнему пологу лесных фитоценозов составляет 57–67 тыс. лкс.

Верхний полог древостоев разного состава задерживает большую часть света поступающего в фитоценоз. Уровень задержки света составляет 90–97 % от освещенности открытого места.

Освещенность под пологом леса сильно варьирует по площади. Наименьшая освещенность под деревьями у стволов и наибольшая в «окнах» – промежутках между деревьями. Освещенность в «окнах» в ельниках черничных 1,8–2,0 тыс. лкс, в березняке разнотравном 6–7 тыс. лкс, в сосняке черничном 4–5 тыс. лкс, в осиннике черничном 9–10 тыс. лкс.

Под пологом леса освещенность продолжает снижаться по мере приближения к поверхности почвы и наименьшая освещенность на уровне мохово-лишайникового покрова в ельнике черничном – около 1,2 тыс. лкс, в сосняке черничном – 1–2 тыс. лкс, в осиннике черничном – 1 тыс. лкс, а в березняке разнотравном – 0,9 тыс. лкс.

Освещенность существенно различается с разных сторон света у деревьев. С южной

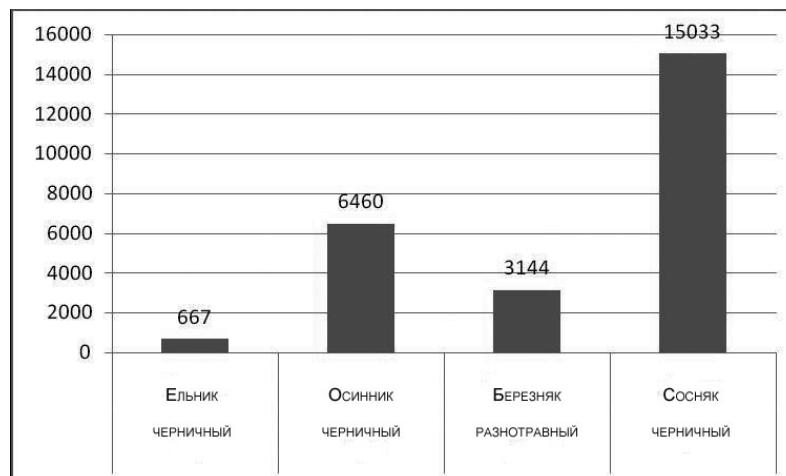


Рис. 4. Средняя освещенность около дерева в разных типах леса

стороны деревьев освещенность существенно выше, чем с северной. Особенно велики различия в сосняке черничном, где блики света доходят до стволов и освещенность приближается к освещенности открытого места.

Наименьшая освещенность у стволов ели – в среднем достигает 800 лкс, далее идет березняк разнотравный – около 3 000 лкс, затем осинник черничный (6 500 лкс) и сосняк черничный (15 000 лкс).

Список литературы

1. Алексеев В.А. Световой режим в лесу. Л., 1975.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация. М., 1982.
3. ГОСТ 16128-70. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки. М., 1971.
4. Гусев И.И. Моделирование экосистем. Архангельск, 2002.
5. Гусев И.И., Калинин В.И. Лесная таксация. Л., 1988.
6. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду. М., 1973.
7. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки. Введ. 01.01.84. М., 1984.
8. Соболев А.Н., Феклистов П.А. Напочвенный покров в различных типах леса Соловецкого архипелага и его изменение под влиянием рекреации // Лесной вестн. Вестн. Московского гос. ун-та леса. 2009. № 1. С. 81–84.
9. Сукачев В.Н., Дылис Н.В. Программа и методика биогеоценологических исследований. М., 1966.
10. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М., 1961.
11. Феклистов П.А., Соболев А.Н. Лесные насаждения Соловецкого архипелага (структура, состояние, рост) Архангельск, 2010.
12. Феклистов П.А., Соболев А.Н. О возможности применения таблиц хода роста древесных пород на Соловецких островах // ИВУЗ. Лесной журнал. 2004. № 4. С. 152–154.
13. Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н. Механизмы формирования экстразональных биоценозов Соловецкого архипелага // Экология. 2005. № 5. С. 344–352.

References

1. Alekseev V.A. *Svetovoy rezhim v lesu* [Light Conditions in the Forest]. Leningrad, 1975.
2. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest Inventory]. Moscow, 1982.
3. *GOST 16128-70. Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [State Standard 16128-70. Trial Forest Management Areas. Establishment Method]. Moscow, 1971.
4. Gusev I.I. *Modelirovanie ekosistem* [Ecosystem Modelling]. Arkhangelsk, 2002.
5. Gusev I.I., Kalinin V.I. *Lesnaya taksatsiya* [Forest Inventory]. Leningrad, 1988.
6. Molchanov A.A. *Vliyanie lesa na okruzhayushchuyu sredu* [The Influence of Forests on the Environment]. Moscow, 1973.
7. *OST 56-69-83. Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [Industrial Standard 56-69-83. Trial Forest Management Areas. Establishment Method]. Moscow, 1984.
8. Sobolev A.N., Feklistov P.A. *Napochvennyy pokrov v razlichnykh tipakh lesa Solovetskogo arhipelaga i ego izmenenie pod vliyaniem rekreatsii* [Soil Cover in Various Forest Types on the Solovki Archipelago and Its Change Under the Influence of Recreation]. *Lesnoy vestnik. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa*, 2009, no. 1, pp. 81–84.
9. Sukachev V.N., Dylis N.V. *Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy* [Program and Methodology of Biogeocenological Research]. Moscow, 1966.
10. Sukachev V.N., Zonn S.V. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa* [Methodological Guidelines for the Study of Forest Types]. Moscow, 1961.

11. Feklistov P.A., Sobolev A.N. *Lesnye nasazhdeniya Solovetskogo arhipelaga (struktura, sostoyanie, rost)* [Forest Plantations on the Solovetsky Islands (Structure, Condition, Growth)]. Arkhangelsk, 2010.
12. Feklistov P.A., Sobolev A.N. O vozmozhnosti primeneniya tablits khoda rosta drevesnykh porod na Solovetskikh ostrovakh [On Possibility of Using Growth Progress Tables on Solovetsky Islands]. *Lesnoy zhurnal*, 2008, no. 4, pp. 152–154.
13. Shvartsman Yu.G., Bolotov I.N. Mekhanizmy formirovaniya ekstrazonal'nykh biotsenozov Solovetskogo arhipelaga [Mechanisms of the Formation of Extrazonal Biocenoses on the Solovetsky Islands]. *Ekologiya*, 2005, no. 5, pp. 344–352.

Feklistov Pavel Aleksandrovich

Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Sobolev Aleksandr Nikolaevich

Solovki State Historical, Architectural and Natural Museum-Reserve
(Solovetsky, Arkhangelsk Region, Russia)

LIGHT CONDITIONS IN STANDS OF DIFFERENT SPECIES COMPOSITION ON THE SOLOVETSKY ISLANDS

The paper studies illuminance under the canopy of stands consisting of different forest types and species. It has been found that the amount of light reaching the upper canopy of forest plant communities is 57–67 klx. Stands retain, on average, 90–97 % of light. The amount of light decreases as we move to the soil surface. At the level of the moss-lichen tier, illuminance is 0.9–2 klx. Illuminance levels on the southern side of the trunk are higher than on the northern one. By area of phytocenosis, the highest illuminance levels are observed in the gap between the trees, while the lowest, around the trunks.

Key words: *light conditions, stand composition, forest type, Solovetsky Islands, illuminance, canopy, distance from the tree.*

Контактная информация:

Феклистов Павел Александрович

Адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17

e-mail: feclistov@narfu.ru

Соболев Александр Николаевич

Адрес: 164070, пос. Соловецкий, Приморский район, Архангельская область

e-mail: museum@solovky.ru

Рецензент – *Третьяков С.В.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова