



Феклистов Павел Александрович

Заведующий кафедрой экологии и защиты леса АГТУ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, автор более 180 печатных работ. Заслуженный работник высшей школы, награжден почетной серебряной медалью В.И. Вернадского за научные достижения. Редактор межвузовского сборника научных трудов «Экологические проблемы Севера».



Соболев Александр Николаевич

Старший научный сотрудник Соловецкого музея-заповедника. Окончил в 2001 году лесохозяйственный факультет АГТУ, а в 2008 году аспирантуру при кафедре экологии и защиты леса. Кандидат сельскохозяйственных наук. Автор 36 печатных работ.

ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА

**П.А. Феклистов
А.Н. Соболев**

**ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ
СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА
(структура, состояние, рост)**



Министерство образования и науки
Северный (Арктический) федеральный университет

П.А. Феклистов, А.Н. Соболев

ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА
(структура, состояние, рост)

Монография

Архангельск

2010

УДК 630*
ББК 43,4
Ф 36

Рецензенты:

ведущий научный сотрудник Института экологических проблем Севера,
доктор с.-х. наук, профессор В.В. Беляев

кафедра ботаники Поморского государственного университета

Феклистов, П.А.

Ф 36 Лесные насаждения Соловецкого архипелага (структура, состояние, рост): моногр. / П.А. Феклистов, А.Н. Соболев. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. – 201 с.

ISBN 978-5-261-00491-2

В монографии изложены результаты комплексного исследования лесных насаждений Соловецкого архипелага, проводившихся с 2004 года в рамках Программы мониторинга природной среды Соловков.

Дан анализ возрастной структуры, санитарного состояния и естественного возобновления преобладающих типов леса – ельников и сосняков черничников. Изучена изменчивость прироста по диаметру и характер роста в высоту основных лесообразующих пород. Выполнено описание напочвенного покрова и его видового разнообразия для различных типов леса. Даны итоги исследования двух интереснейших искусственных лесных насаждений XX века, сформировавшегося на месте одного из дендропитомников «Варварка» и культуры сосны скрученной.

Подробно проанализировано рекреационное воздействие на природу Соловецких островов, закономерности изменения отдельных компонентов фитоценозов и основные вопросы рекреационного лесопользования на этой уникальной территории.

Материалы рассчитаны на широкий круг специалистов: биологов, экологов, лесоводов, краеведов, работников лесного хозяйства, а также преподавателей вузов, техникумов и школ, аспирантов и студентов.

УДК 630*
ББК 43,4

ISBN 978-5-261-00491-2

(с) Северный (Арктический)
федеральный университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
1. Изученность лесных насаждений Соловецкого архипелага и воздействие на лес рекреации (обзор литературы)	
1.1. Изученность лесных насаждений Соловецкого архипелага	
1.2. Изменение лесных насаждений и их компонентов в результате рекреационного воздействия	
1.2.1. Изменение лесных насаждений.....	
1.2.2. Изменение напочвенного покрова	
1.2.3. Изменение лесной подстилки и уплотнение почвы	
1.3. Влияние рекреации на лесные насаждения Соловков	
1.4. Выводы.....	
2. Природные условия района исследований	
2.1. Физико-географические условия района исследований.....	
2.2. Лесной фонд и его характеристика.....	
3. Методика, объекты и объем работ	
3.1. Программа и методика проведения исследований	
3.2. Характеристика объектов исследований.....	
3.3. Объем выполненных работ	
4. Особенности строения и состояние естественных лесных насаждений Соловецкого архипелага	
4.1. Возрастная структура сосняков и ельников черничников	
4.2. Санитарное состояние сосняков и ельников черничников	
4.3. Изменчивость диаметра и высоты основных лесообразующих пород.....	
4.4. Относительная высота основных лесообразующих пород.....	
4.5. Прирост деревьев сосны и ели по диаметру	
4.6. Естественное возобновление в сосняках и ельниках черничных	

- 4.7. Видовое разнообразие напочвенного покрова
в разных типах леса
- 4.8. Видовой состав напочвенного покрова в разных типах леса.....
- 4.9. Изменение напочвенного покрова при удалении от берега моря....
- 5. Искусственные лесные насаждения Соловецкого архипелага
- 5.1. Насаждения, сформировавшиеся на месте бывшего дендропитомника «Варварка».....
- 5.2. Лесные культуры сосны скрученной.....
- 6. Рекреационное воздействие на лесные насаждения Соловецкого архипелага, санитарное состояние древостоев вдоль троп.....
- 6.1. Паломничество и туризм на Соловки, местное сообщество
- 6.2. Характер влияния рекреации на лесные насаждения
- Соловецкого архипелага
- 6.3. Санитарное состояние древостоев
ельников черничников вдоль троп
- 7. Закономерности изменения напочвенного покрова
под влиянием рекреационного лесопользования
- 7.1. Изменение видового обилия, состава и разнообразия
напочвенного покрова в ельниках-черничниках
- 7.2. Изменения видового обилия, состава и разнообразия
напочвенного покрова в сосняках-зеленомошниках
- 7.3. Изменение высоты доминантных видов растений
напочвенного покрова в ельниках-черничниках
- 8. Закономерности изменения верхних слоев почвы под влиянием
рекреации, организация рекреационного лесопользования
- 8.1. Закономерности изменения лесной подстилки и верхних слоев
почвы под влиянием рекреационного лесопользования
- 8.2. Основные принципы природопользования на территории лесов,
выполняющих рекреационные функции

8.3. Схема рациональной организации территории природного

ландшафта вокруг рекреационных центров.....

Выводы

Практические рекомендации

Литература.....

Приложения.....

ВВЕДЕНИЕ

Острова высоких широт можно рассматривать как удобный (при этом слабоизученный) модельный объект для проведения широкого спектра экологических исследований (Шварцман, Болотов, 2005). Они обладают достаточно высокой природно-ландшафтной репрезентативностью для характеристики структуры и состояния природных сообществ Севера России. В этом ряду Соловецкие острова являются значимым объектом наследия РФ, что подтверждается многочисленными документами мирового и федерального уровня (Решение XVI генеральной сессии ЮНЕСКО от 14 декабря 1992 г., Указ Президента РФ № 1219 от 6 декабря 1995 г. и др.). Его православные святыни, история, памятники, уникальные природные комплексы привлекают многочисленных паломников и туристов уже многие столетия. В 2009 году только численность туристов, обслуженных Соловецким музеем-заповедником экскурсиями, по сравнению с концом девяностых лет XX века выросла почти в 7 раз и составила 23 тысячи человек. Леса, занимающие 67,7% территории архипелага, являются ключевым средообразующим компонентом природной среды Соловков, на который приходится основная рекреационная нагрузка. Поэтому, несомненно, актуально изучение лесных насаждений Соловецких островов, их структуры, состояния, характера роста и влияния на них рекреации.

Целью нашего исследования явилось комплексное изучение естественных и искусственных лесных насаждений Соловецких островов, их состояния и закономерностей изменения под влиянием рекреации. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи. Исследовалась возрастная структура, санитарное состояние и естественное возобновление ельников и сосняков черничников. Изучался характер роста (по высоте и диаметру) основных лесообразующих пород. Анализировался видовой состав, разнообразие и обилие напочвенного покрова в различных типах леса и в связи с разными стадиями рекреационной дигрессии. Исследовалась

зависимость толщины лесной подстилки и твердости верхних слоев почвы от характера и степени рекреационного воздействия. Изучался характер рекреационного воздействия на природную среду и лесные насаждения Соловков. Выполнены отдельные теоретические обобщения по рекреационному лесопользованию. По итогам исследования были сделаны соответствующие выводы и даны практические рекомендации.

Исследования проводились в рамках Программы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага (координатор – доктор геолого-минералогических наук, профессор Шварцман Юрий Григорьевич). Авторы выражают свою благодарность за содействие в организации и проведении исследований, анализе результатов дирекции и работникам Соловецкого музея-заповедника, сотрудникам кафедры экологии и защиты леса Архангельского государственного технического университета, кафедры ботаники и общей экологии Поморского государственного университета, лаборатории географии почв Биологического НИИ СПбГУ, а также Бирюкову Сергею Юрьевичу, научному сотруднику лаборатории экологической биологии Института экологических проблем Севера УрО РАН.

1. ИЗУЧЕННОСТЬ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЕС РЕКРЕАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).

1.1. Изученность лесных насаждений Соловецкого архипелага.

Территория Соловецкого архипелага на 67,7% представлена различными типами леса, которые являются ключевыми средообразующими компонентами природной среды островов, выполняющими значительную защитную функцию и определяющими условия среды на архипелаге.

В настоящее время степень изученности лесов и в целом растительности Соловков довольно значительна.

Во-первых, это работы представленные комплексными исследованиями (Природная среда..., 2007, Шварцман и др., 2002, Шварцман, Болотов, 2005), представляющие собой изучение значительного числа компонентов природной среды архипелага, в т.ч. и лесных экосистем. В них приводится пространственное распределение основных растительных комплексов (приморские луга и тундры, притундровые комплексы, леса, болота, луга) по территории архипелага, их общее описание (видовой состав и обилие видов, растительные ассоциации и др.), связь с геоморфологическими условиями, антропогенными факторами, анализ механизмов формирования экстразональных биоценозов, динамика породного состава в 20 веке. Также проводится анализ истории формирования биоты архипелага в условиях меняющегося климата. Кроме того, проведен анализ аборигенной фракции флоры сосудистых растений в целом для островов: количество видов, распределение их по семействам, видовой состав.

Во-вторых, это работы, основанные на специализированных лесоустроительных данных (Королев, 1926, Ипатов, Косарев, Проурзин, Торхов, 2005а, Ипатов, Косарев, Проурзин, Торхов, 2005б). В последних

дается физико-географический очерк Соловецких островов, исторический обзор исследований в целом природы островов и в частности лесов, описывается ведомственная подчиненность земель и лесов. Приводятся отличительные особенности лесов архипелага в связи с важнейшими природными факторами, их формирующими, изменение растительных условий и природных комплексов в геологический период, описание древесных пород, распределение лесов по породам. Проанализированы формы ствола сосны и ели на относительных высотах (0,1 h), рассчитаны для них старые видовые числа и видовые высоты, числа сбega. Проведен анализ особенностей роста и таксации березового криволеся, характеризуемого повышенной кривизной и сбежистостью ствола. Сделан общий обзор флоры лесов. Выполнено описание лесного фонда (распределение по площадям): категории защитности лесов, категорий земель в лесном фонде, возрастная структура по 10-летним периодам и группам возраста, классы бонитета, полноты древостоев, типологический состав лесов, запас стволовой древесины. Сделано аналитическое сопоставление данных характеристик лесного фонда с материалами прошлых лесоустройств. Выполнена оценка современного возобновительного процесса. Проведен исторический обзор и дана общая характеристика объектов, возникших в результате интродукции различных видов растений на территории архипелага: Ботанический сад, питомник «Варварка», посадки сосны сибирской. Также приведен видовой состав и численность орнитофауны и наземных животных островов. Сделан исторический обзор лесопользования на архипелаге, проанализированы вопросы современного рекреационного лесопользования. Проанализированы вопросы организации и ведения лесного хозяйства.

Также имеется работа по изучению Соловецкого леса, датируемая 1925 годом (Принцев, 1925а, Принцев, 1925б). В ней дана краткая характеристика площади и рельефа островов, климата и почвы. Дано распространение и важнейшие таксационные параметры основных типов насаждений (сосновые, еловые, сосново-еловые, лиственные, сосновые по болоту) по территории

островов. Анализируются причины, которые обуславливают распределение различных типов леса по территории архипелага. Проведен пересчет древостоев различных типов леса на площади 2,7 га, полосой шириной 40 м. с разделением по ступеням толщины. По результатам пересчета выполнены расчеты таксационных параметров и анализ полученных данных. Делается обзор основных древесных пород, произрастающих на Соловках. Приводятся отдельные патологии деревьев, распространенные на островах.

Кроме того исследования растительных комплексов Соловков представлены аннотированным списком флоры сосудистых растений архипелага (Киселева, Новиков, Октябрева, 1997), в котором включены более 500 видов, и определителем сосудистых растений Соловецкого архипелага (Киселева, Новиков, Октябрева, Черенков, 2005).

Вопросам влияния климата на лесную растительность посвящена работа Т.В. Телициной (2002). В ней делается анализ климата и его особенностей на Соловках. Исследуются причины образования различных жизненных форм штамба растительности (древесная, кустарниковая, стланиковая). Делается обзор видового состава лесной растительности и ценозов древесных пород.

Ряд работ (Федулов, 1927, Петров, 1972, Крестьяшин, Макаров, 1975, Ипатов, 1993, 2005, Трубин, Ипатов, 1981) посвящены произрастанию сосны сибирской (кедра) на Соловках.

В работе В.А. Федулова (1927) анализируется распространения этой породы в европейской части России в связи с рядом климатических параметров и сопоставляется с климатическими параметрами Соловецких островов. Приводится высота деревьев, окружность ствола, форма кроны отдельных деревьев. Выявлялась зависимость между расположением пучка по побегу, длиной и зубчатостью хвоинок.

В работе Л.Ф. Ипатова (2005) проводится изучение посадок сосны сибирской в различных частях Соловецких островов (Ботанический сад, Филиппова пустынь и др.): исторический обзор посадок, определение их

возраста, динамика численности, таксационные параметры, состояние посадок, семяношение, описание почвы по горизонтам.

Рост лиственницы сибирской на Соловках по основным лесоводственно-таксационным показателям анализируется в работе Д.В. Трубина, Л.Ф. Ипатова (1983).

Вопросами смены древесных пород и их путей восстановления на территории Соловецких островов посвящены работы Н.И. Петрик (1980а, 1980б, 1981). В числе прочего здесь анализируется причины смены пород, динамика занимаемых площадей и отдельных таксационных показателей различных пород, распространение их по территории, естественное возобновление в зависимости от состава древостоя, его полноты и сомкнутости полога.

В работе Т.Л. Фокиной (1997) даются исторические сведения о создании и функционировании Ботанического сада на Соловках его постройках, посадках. Приводятся данные о расположении Ботанического сада, его площади, рельефе, климате, почвах.

В работе В.А. Аникеева, В.П. Косарева, О.Н. Мироненко (1992) выделяется и описывается ряд растительных объектов Соловков, уникальных для Архангельской области, с целью их сбережения в качестве памятников природы регионального значения.

Вопросам динамики годичного прироста сосны обыкновенной и его цикличности посвящена работа О.С. Барзута и А.Г. Кириллова (2002).

Афиллофороидным грибам и санитарному состоянию лесов Соловецкого архипелага посвящена работа О.Н. Ежова и Р.В. Ершова (2007).

По результатам изучения сосновых и еловых насаждений (возрастная структура, санитарное состояние и пр.) в рамках нашего исследования были выполнены публикации А.Н. Соболева, Е.Л. Писаревского, И.Е. Черняева, П.А. Феклистова (2005), А.Н. Соболева (2007д).

По материалам работы по сосне скрученной на Соловецких островах в 2005 году был сделан совместный доклад С.Ю. Бирюкова, А.Н. Соболева,

П.А. Феклистова (2006) на научно-практической конференции, посвященной анализу результатов реализации программы мониторинга. На этой же конференции был сделан доклад П.А. Феклистова и А.Н. Соболева (2006), посвященный составу древостоя сосняков и ельников черничников Соловецкого архипелага, их состоянию, возрастной структуре, твердости почвы в различных частях архипелага.

По данным анализа значений относительных высот основных лесобразующих пород Соловков сделана совместная статья П.А. Феклистова и А.Н. Соболева (2008).

По результатам изучения роста деревьев лжетсуги Мензиса, сосны сибирской, лиственницы сибирской, сосны обыкновенной и ели европейской в насаждении, сформировавшемся на месте дендропитомника «Варварка» была выполнена совместная работа П.А. Феклистова и А.Н. Соболева (2007).

Составу и структуре напочвенного покрова различных типов леса Соловецкого архипелага были посвящены работы А.Н. Соболева (2008), А.Н. Соболева и П.А. Феклистова (2008).

Также было проведено исследование изменения показателей разнообразия и видового обилия напочвенного покрова по мере удаления от берега моря, по результатам которого была сделана совместная публикация А.Н. Соболева, П.А. Феклистова, С.Ю. Бирюкова (2008).

1.2. Изменение лесных насаждений и их компонентов в ходе рекреационного воздействия.

1.2.1. Изменение лесных насаждений.

Рекреационное лесопользование имеет огромное значение для повышения ресурсного потенциала человеческого общества, это жизненная необходимость современного человека. Оценкой рекреационного потенциала на Севере России занимались А.В. Евсеев и др. (1997), Н.М. Бызова (1997).

Но другим следствием стремления к отдыху становится большой экологический ущерб, наносимый природной среде. При этом в настоящее время рекреационное воздействие на природу можно рассматривать как один из основных антропогенных факторов. В связи с интенсификацией всех отраслей деятельности человека наблюдаются тенденции к возрастанию рекреационных нагрузок на природные сообщества, сокращению реально используемых природных ресурсов для отдыха. При этом скорость этих процессов значительно превышает возможности и период восстановления, которые требует существенных затрат. Поэтому особую актуальность приобретает изучение природоохранных аспектов отдыха на природе.

В настоящее время существует немало работ, посвященных различным аспектам влияния рекреации на природные комплексы и их отдельные компоненты (Бганцова, Бганцов, Соколов, 1987, Бондарчук, 1990, Горшенин, Бондаренко, Делеган, Криницкий, 1979, Дидух, 1985, Дыренков, 1983, Забросаев, 1983, Казанская, Ланина, Марфенин, 1977, Крестьяшина, Арно, Савицкий, Кавин, Соловьева, 1990, Кучерявый, 1990, Кучко, 1990, Маргус, 1990, Надеждина, 1987, Полякова, Малышева, Флеров, 1981, Репшас, 1990, Рожков, 1990, Рысин, 1983, 1990, Рысин, Полякова, 1987 и др.). Анализ этого обширного материала выявил следующее.

В ходе рекреационного лесопользования происходят негативные изменения насаждений и их компонентов: постепенное уничтожение напочвенного покрова, уплотнение и разрушение лесной подстилки, распад древостоя и др.

Эти изменения могут иметь различный генезис. Следует различать, по-видимому, две основные группы таких нарушений. Наиболее важными являются прямые изменения, возникающие в насаждении в результате непосредственного воздействия антропогенного фактора.

Видами этого антропогенного воздействия являются вытаптывание, механическое повреждение, выбитость (James et al., 1979) (в результате чего обнажаются и повреждаются корни деревьев), сбор растений, выжигание (в

местах разведения костров), загрязнение отдельных участков территории и пр.

Вызывает интерес исследование В. Фишера (Fischer, 1975) в окрестностях Берлина, где изучалось изменение растительного покрова лесов в результате рудерализации. Он установил, что при этом, также как и в общем случае, в первую очередь меняются состав и характер растительности нижних ярусов, а затем подлеска. По наблюдениям В. Фишера, и сообщества разных типов, и различные виды растений неодинаково реагируют на одну и ту же степень рудерализации, в этом еще одно сходство действия этого фактора с непосредственным рекреационным воздействием (вытаптыванием, механическим повреждением и уничтожением растений и т.д.).

Основным видом нагрузки на участок является вытаптывание. Различают вытаптывание до лесной подстилки и вытаптывание до минеральной части почвы. В первом случае полностью исчезает живой напочвенный покров, уплотняется подстилка, заметно затаптывается и растирается поверхностный слой; во втором – живой напочвенный покров и лесная подстилка полностью уничтожены.

Вытаптывание происходит в разной степени и проявляется в двух вариантах – тропином и площадном (Смаглюк, Середин, Питикин, Парпан, 1983; Меллума, 1983; Репшас, 1983). Наиболее распространен тропиномый вариант вытаптывания, являющийся начальной стадией рекреационного воздействия на лесные биогеоценозы. При этом, если в результате сформировалась относительно равномерно размещенная дорожно-тропиномая сеть, вытаптывание может в целом снижаться (Поляков и др., 1983). В тоже время при возрастании рекреационных нагрузок происходит увеличение площади дигрессии, создаются условия для формирования рекреационных экосистем, состоящих из полигонально-рекреационных (куртинно-полянных) комплексов разбитых тропами на отдельные участки. Таким образом, рекреационное воздействие на участок носит дифференцированный характер.

Это свойственно не только конкретным участкам, но и более обширным площадям. На таких территориях неоднородность влияния рекреации на лесную территорию является следствием «фактора положения» участка по отношению к местам спроса и ландшафтно-типологической структуры лесных территорий. Этим определяется характер и интенсивность использования территории. Вследствие этого только часть площади рекреационной территории занимают реально используемые для отдыха участки. Поэтому в ходе научных исследований стоит учитывать не только (даже не столько) общее количество (или плотность) посетителей, сколько места их концентрации и основные занятия, а также временные диапазоны посещения леса. Интересно, что одинаковое состояние отдельных участков может быть следствием различных комбинаций этих факторов.

Особенно страдают от интенсивного рекреационного использования леса, находящиеся в непосредственной близости от водоемов, привлекающих большое число отдыхающих (Романько, 1976, 1977, 1978).

В тоже время прямые изменения являются инициаторами сложных вторичных процессов, ведущих к деградации первичного сообщества. При этом рекреационная деятельность человека разрушает сложившееся в процессе эволюции в лесных биогеоценозах разнообразие связи между живыми организмами и их комплексами (консортивные), а также между ними и средой обитания, т.е. нарушается экологическое равновесие. При этом фактор рекреации углубляет и усиливает воздействие экологических факторов, ограничивает устойчивость экосистемы и отдельных ее компонентов.

Действие рекреации может быть также импульсным (кратковременным) и хроническим. Экосистема после импульсного воздействия, если оно не было катастрофическим для нее, возвращается к исходному состоянию, а при хроническом воздействии постепенно перестраивается в новое, относительно стабильное состояние, соответствующее изменению состояния абиотической среды.

В итоге рекреационное использование сопровождается целый комплекс различных явлений и процессов (количественные и качественные изменения в составе и структуре лесных насаждений), в т.ч. вполне закономерные, по мнению исследователей (Меллума, 1983, Рысин, Рысина, 1987, Урушадзе и др., 1983), сукцессии растительности, приводящие к образованию «нелесного» покрова, состоящего из луговых и рудеральных растений. При этом на разных стадиях сукцессии формируются различные трансформированные типы леса.

В условиях интенсивного рекреационного пользования в различных типах леса, несмотря на существенные различия лесорастительных условий, происходит выравнивание отдельных характеристик насаждений. Отмечается сближение видового состава и структуры растительности нижних ярусов (Рысин, Рысина, 1987; Репшас, 1983), формирование почвенных профилей с одинаковыми значениями плотности и рН (Бганцова, 1987). Это связано с тем, что среди экологических факторов, воздействующих на лесные насаждения, значение рекреационного воздействия на крайних стадиях дигрессии становится одним из определяющих.

Следствием процессов деградации является трансформация коренного типа леса (сообщества) в антропогенно преобразованный лесной биогеоценоз, находящийся в относительно устойчивом состоянии, но не способного к самовозрождению. Таким образом, в узком смысле, происходит полная естественным путем необратимая деградация лесного биогеоценоза.

Основным показателем деградации лесных насаждений является рекреационная нагрузка – показатель воздействия на биогеоценоз факторов, обусловленных видом лесной рекреации, определяемый через следующие основные величины – площадь объекта лесной рекреации, количество посетителей и время их пребывания на объекте (ОСТ 56-100-95). Существуют различные виды лесной рекреации: кемпинговая, повседневная, спортивно-массовые мероприятия, лесной туризм, лесная экскурсия (ОСТ 56-

100-95). При этом исследованиями установлено, что неорганизованный отдых в лесах наносит наиболее значительный ущерб лесным насаждениям (Поляков и др., 1983; Рысин, Полякова, 1987).

С другой стороны ответная реакция лесных экосистем может определяться их антропоустойчивостью, под которой понимается способность их противостоять этому воздействию, сохраняя при этом свои свойства, и более или менее быстро возвращаться в исходное состояние после «стрессовых ситуаций» (Hill, 1975).

Устойчивость лесных экосистем и отдельных их компонентов к рекреационному воздействию зависит от лесной почвы, состава и структуры растительности, типа леса, времени года, ряда других физических характеристик, их взаимодействия. При этом одним из основных факторов (Эмисис, 1990) называется тип условий местопроизрастания. Установлено, что степень устойчивости возрастает по мере повышения плодородия биотопа и, следовательно, потенциальной продуктивности типа условий местопроизрастания. Снижение почвенного плодородия в ходе рекреационной дигрессии приводит к снижению бонитета древостоев (Урушадзе и др., 1983).

Наиболее устойчивы к рекреационному воздействию березняки и сосняки черничные, в меньшей степени ельник черничный и березняк кисличный, средние по устойчивости березняк и сосняк брусничные, сосняк кисличный, малоустойчивы ельники кисличный и брусничный, леса по болоту, наименее устойчив сосняк лишайниковый (Маргус, 1983).

Индикатором антропоустойчивости биогеоценозов могут служить растительные сообщества. Постоянство свойств экосистемы может выражаться в постоянстве числа видов в экосистеме и постоянстве числа особей в видовой популяции (Hill, 1975), т.е. выражаться через показатели биоразнообразия и обилия.

Таким образом, рекреационные нагрузки многообразно и динамично влияют на лесные насаждения, способствуя их дигрессии и преобразованию

в рекреационно производные. При этом воздействие рекреации приводят к нарушению биогеоценозов на всех его уровнях. Ниже мы рассмотрим рекреационное влияние на основные компоненты лесных насаждений и характер их изменения.

1.2.2. Изменение напочвенного покрова.

Рекреационное воздействие вызывает в первую очередь изменение растительности нижнего яруса (Забросаев, 1983). Растительность напочвенного покрова вследствие ее высокой чувствительности можно рассматривать как тонкий индикатор рекреационной дигрессии (Гольцев, 1982б). Изменения степени вытоптанности напочвенного покрова наряду с величиной уплотнения верхних горизонтов можно считать основными диагностическими признаками степени дигрессии. В тоже время она первая начинает восстанавливаться при снижении нагрузок (Рысин, Полякова, 1987), поэтому для нее свойственна упругая устойчивость (Одум, 1986).

Растения страдают из-за уплотнения почвы, механических повреждений как наземных, так и подземных органов, обрыва, затаптывания почек возобновления, уничтожения особенно ранимых всходов и ювенильных особей и т.д. (Рысин, Полякова, 1987). При этом, вытаптывание, являясь основным фактором воздействия, разделяется на три стадии: приминание, вытаптывание и выбивание, которые характеризуются различными величинами предельных нагрузок (Смаглюк и др., 1983).

Между интенсивностью рекреационной нагрузки и жизненным состоянием ценопопуляций лесных видов (брусника, черника) наблюдается сильная отрицательная корреляция (Астрологова, 1999; Шаврина, 2001; Шаврина, Максименко, 1991).

В результате воздействия рекреации на напочвенный покров происходит неизбежное изменение флористического состава и структуры напочвенного покрова.

Наблюдается уменьшение проективного покрытия, обилия, количества видов, из травяно-кустарничкового покрова исчезают из-за обрыва и вытаптывания высоко декоративные виды (Беляева, 1979). С увеличением рекреационной нагрузки снижается обилие мхов (Петров, 1985). При этом по данным отдельных исследователей (Горшенин и др., 1979; Репшас, 1983) в ходе деградации лесных биогеоценозов количество видов сначала незначительно увеличивается (1,3-1,5 раза), а затем уменьшается (почти в 2 раза). Проективное покрытие и соответственно обилие (Казанская, Ланина, Марфенина, 1977) в отдельных типах леса на первых стадиях дигрессии может увеличиться. Аналогично при умеренных антропогенных нагрузках увеличивается видовое разнообразие (Меланхолин, 2006).

Наземная фитомасса напочвенного покрова может возрастать при повышении рекреационных нагрузок в ходе разреживания древостоя, но при критических нагрузках уменьшается (Урушадзе и др., 1983). При дигрессии уменьшается высота растений (Полякова, Малышева, Флеров, 1981).

По мере дигрессии часть видов растений исчезают в короткое время даже при сравнительно небольших рекреационных нагрузках, другие удерживаются в течение относительно длительного периода (Рысин, 1990), увеличивается участие более устойчивых к механическому воздействию видов коренного типа леса. Затем при увеличении плотности почвы и количества механических повреждений растительности в напочвенный покров коренного типа леса внедряются растения лесных опушек и вырубков, а также сорные виды. Сорная растительность уступает место злаковой, которые в следующую очередь замещаются наиболее устойчивыми видами (тысячелистник, подорожник, мятлик и др.). На крайних стадиях дигрессии растения напочвенного покрова сохраняются только у оснований стволов деревьев, позволяющие представить его первоначальный состав и структуру (Рысин, 1990), тогда как остальная поверхность почвы оказывается полностью лишенной травянистого покрова (Забросаев, 1983; Урушадзе и

др., 1983; Лалетин, 1985, Эмсис, 1990). Смене растительности способствует и увеличение освещенности (Казанская, Ланина, Марфенин, 1977).

Таким образом, наблюдается общая тенденция в изменении растительности напочвенного покрова, которая заключается в ксерофитизации – олуговении и остепнении (Урушадзе и др., 1983), т.е. замене типично лесных видов луговыми и сорными, обладающими большей антропоотолерантностью, а в отдельных случаях и антрофильностью (Рысин, Полякова, 1987). Рассматривая видовой состав участка и, зная устойчивость отдельных его видов, можно оценить степень деградации участка (Рысин, 1983), на чем основаны многочисленные шкалы дигрессии.

Учитывая неравномерность рекреационных нагрузок, чувствительность растений напочвенного покрова и разновременность смен растительности структура нижнего яруса в рекреационном лесу обычно представляет собой пеструю мозаику микроучастков, находящихся на разных стадиях нарушенности (Забросаев, 1983).

1.2.3. Изменение лесной подстилки и уплотнение почвы.

Под влиянием рекреационного лесопользования среди компонентов лесной среды сильнее всего изменяется почва и лесная подстилка (Забросаев, 1983). В тоже время, в отличие от живого напочвенного покрова, лесная подстилка более устойчива к вытаптыванию. Для ее разрушения в зависимости от толщины, состава и сложения требуются большие рекреационные нагрузки (Смаглюк и др., 1983). Поэтому, по сравнению с напочвенным покровом, для почвы характерна резистентная устойчивость (Одум, 1986).

Первоочередным следствием вытаптывания, как основного фактора рекреационного воздействия, является нарушение, а затем и уничтожение лесной подстилки, играющей весьма важную роль в жизни лесных биогеоценозов (Мелехов, 1980). Удаление подстилки приводит к более

сильному промерзанию почвы (Кищенко, 2005), значительно изменяются ее физические свойства и водный режим (Тихонов, 1983; Вайчюнас, 1990).

При рекреационных нагрузках происходит в первую очередь изменение морфологического строения подстилки. В ходе дигрессии происходят значительные нарушения в сложении подстилки, иссушение и разрушение составляющих ее компонентов, подстилка дробится (измельчается). Изменяется фракционный состав, уменьшается количество активной фракции (Кузнецова, Малаха, Данилова, 1983), увеличивается участие грубой (Гольцев, 1982а).

В результате сильного вытаптывания, наряду с размельчением, происходит ее уплотнение. Увеличение плотности подстилки сопровождается существенным уменьшением ее запасов и мощности даже на самых ранних стадиях рекреационной дигрессии (Васильева, 1973; Голод, Красовский, 1990; Казанская, Ланина, Марфенин, 1977; Козобродов, 1992; Поляков, Молчанов, Мазина, 1990; Таран, Спиридонов, 1977; Таран, 1985). Н.П. Жижин и Н.Н. Зеленский (1983) предлагают рассматривать толщину и запас подстилки как надежные критерии и индикаторы для определения стадий дигрессии.

Под действием рекреации органический материал вдавливаются в верхний слой органоминерального горизонта, происходит его механическое обогащение. При этом в результате этого процесса на первых стадиях дигрессии отмечается иногда увеличение содержания гумуса. Опад, формирующий подстилку, может разноситься за пределы участка как пешеходами, так и в результате увеличивающейся поверхностной водной и ветровой эрозии.

В результате изменений физических и химических свойств подстилки в сосняках происходит изменение состава ее микрофлоры. По данным В.С. Большаковой (1973), наиболее чувствительными к этим изменениям оказываются бактерии.

При существенном возрастании рекреационных нагрузок в почвенном профиле подстилка приобретает характер лесного войлока, формируется плотная дернина, оторфованная в понижениях. Ее образованию способствует разреживание полога насаждений, вследствие чего в напочвенном покрове начинают преобладать светолюбивые и более устойчивые к рекреационным нагрузкам злаки и разнотравье.

Рекреационное воздействие на биогеоценоз приводит к изменению плотности в поверхностных слоях почвы в результате ее косвенного и прямого уплотнения. Косвенное уплотнение происходит в процессе рекреационной смены подпологовой растительности на светолюбивую злаково-разнотравную. Вместе с тем почва испытывает прямое уплотнение, выражающееся в деформации почвенного материала, разрушении естественных агрегатов, слитеризации органоминеральных горизонтов, образовании корки на поверхности.

В многочисленных публикациях (Бганцова, Бганцов, Соколов, 1987, Васильева, 1973; Казанская, 1972; Кузьмина, 1978; Спиридонов, 1975; Таран и др., 1976; Цареградская, 1977; Dotzenko, 1967; и др.) отмечается, что максимальное уплотнение почвы под воздействием рекреационной нагрузки происходит в верхнем 5-10 сантиметровом слое. По мнению ряда авторов (Зеленский, Жижин, 1975; Пешко, Половников, Делеган, 1979; и др.), увеличение плотности почвы наблюдается до глубины 30-50 см. При этом наиболее значительно глубина уплотнения возрастает в первые годы интенсивного рекреационного использования (Спиридонов, 1974, Исаев, 1977).

В ряде случаев (Бганцова, Бганцов, Соколов, 1987, Казанская, Ланина, Марфенина, 1977), на почвах с легким механическим составом (песчаные и супесчаные), встречаются участки, подверженные сильному рекреационному воздействию, на которых почва не уплотнена, а, наоборот, разрыхлена. Это обычно для мест с уничтоженным напочвенным покровом и незначительной

мощностью гумусового горизонта почвы, т.е. для участков в значительной степени подверженных действию ветровой и водной эрозии.

Рекреационное уплотнение почвы вызывает увеличение твердости почвы, причем это происходит резче, чем изменение плотности. При этом изменения этого показателя, как и плотности, происходит в основном в верхних слоях почвы.

Большинство исследователей наилучшими показателями уплотнения почвы признают ее твердость и объемный вес (Васильева, 1973; Зеликов, Пшоннова, 1961; Иванов, 1990; Репшас, 1983, 1994; Спиридонов, 1983; Таран, Спиридонов, 1977; Таран, 1985).

1.3. Влияние рекреации на лесные насаждения Соловков.

Последствия рекреационного воздействия на насаждения северной подзоны тайги изучались рядом исследователей: А.В. Лебедевым (1989, 1990, 1998, 1999) – в отношении рекреационных ельников; Е.В. Прыговым (1998, 2001 и др.) и В.П. Прохоровым (1992, 1999, 2004) – в отношении рекреационных сосняков; Н.В. Буровой (Гласовой) (2006, 2007) – в отношении сосняков и ельников, Е.В. Шавриной, С.А. Максименко (1991), Е.В. Шавриной (2001), Л.Е. Астрологовой (1999) – в отношении отдельных представителей напочвенного покрова рекреационных лесов.

В тоже время существует лишь несколько работ, в которых анализируется влияние рекреации на природные экосистемы Соловецкого архипелага.

Во-первых, это работа А.Г. Никишиной (Никишина, 1985), посвященная устойчивости природных ландшафтов Соловецких островов к рекреационному воздействию.

В ходе проведенного исследования в пяти наиболее типичных природных комплексах архипелага экспериментальным путем (вытаптывание в различной степени на площадках) определялись допустимые

рекреационные нагрузки. При этом проводились контрольные геоботанические описания, фиксирующие изменения в растительном покрове и измерение объемного веса поверхностного слоя почвы (0-10 см).

Данные исследования показали, что по мере нарастания рекреационных нагрузок на всех площадках происходит увеличение количества поврежденных растений и уменьшение проективного покрытия напочвенного покрова, усиливается выраженность тропки вытаптывания, на поверхности площадки обнажались лишившиеся растительного покрова валуны, увеличивался объемный вес поверхностного слоя почвы.

На основании анализа данных делается вывод, что для всех исследуемых природных комплексов рекреационные нагрузки, равные и превышающие 20 проходов в день, являются недопустимыми. Допустимые рекреационные нагрузки, при которых природный комплекс под воздействием вытаптывания изменяется не далее 3 стадии дигрессии, для рассматриваемых площадок лежит в пределах 1-5 проходов в день.

Вместе с тем равные рекреационные нагрузки оказали различное воздействие на изучаемые типы ландшафтов архипелага. Наиболее быстрая деградация напочвенного покрова наблюдалась в ельнике-черничнике с лесным разнотравьем зеленомошнике и приморском разнотравно-овсяницевоом луге. В тоже время при увеличении продолжительности нагрузок происходила некоторая стабилизация дигрессии. На оставшихся площадках наблюдалась обратная картина. Причина отмеченного явления заключается, очевидно, в различной механической устойчивости видов-доминантов, образующих напочвенный покров площадок.

В целом расчет показал, что при непродолжительном рекреационном воздействии наиболее высокие нагрузки способен вынести природный комплекс вороничной тундры: 4,7-5,2 чел.-ч./га. Далее следует природный комплекс березово-елового черничного с лесным разнотравьем зеленомошного леса: 3,2-3,7 чел.-ч./га. и природный комплекс приморского разнотравно-овсянцевого луга: 3,2 чел.-ч./га. Наименее устойчивыми

являются природный комплекс березово-елового воронично-черничного зеленомошного леса 2,1-2,7 чел.-ч./га. и в особенности природный комплекс сосняка лишайникового: 1,0-1,6 чел.-ч./га. Вместе с тем отмечается максимальное увеличение объемного веса поверхностного слоя почвы на площадке вороничной тундры, что предполагает более значительные изменения в структуре данного природного комплекса. Поэтому при длительном рекреационном воздействии восстановление исходного состояния ландшафта здесь будет происходить медленней, чем на остальных площадках.

Следующим по времени исследованием по изучению влияния рекреации на природные экосистемы Соловков является работа Л.Н. Шабуниной (2003).

Целью данных исследований явилось определение уровня возможной рекреационной нагрузки на архипелаге с учетом современного состояния его природных ландшафтов.

В ходе исследования было отмечено, что на рекреационную зону в пределах Соловецких островов приходится 190,68 км² из 300 км² общей площади архипелага. Основная рекреационная нагрузка падает на лесные ландшафты, которые простираются вдоль туристских маршрутов. При чем по преобладающей породе они представлены на 77,2% хвойными лесами. Единовременная нагрузка на природные ландшафты составила 3316-6631 чел./га.

В тоже время площадь реально задействованной рекреационной зоны стремится к 500 га. Структура природных ландшафтов для условий северной тайги Соловецкого архипелага предполагает нагрузку в пределах 260 человек в день, а, следовательно, за летний туристский сезон – 23220 человек

В пределах рекреационной зоны для природных ландшафтов в основном характерна 1 стадия дигрессии (70% ее территории). Наибольшему антропогенному воздействию подвержены природные ландшафты вблизи

поселка Соловецкий, морского побережья, озер, стоянок и вдоль туристских маршрутов.

Последними работами этого ряда являются данные лесоустроительной экспедиции (Ипатов, Косарев, Проурзин, Торхов, 2005а, Ипатов, Косарев, Проурзин, Торхов, 2005б).

В них дается рекреационная оценка лесов по типам ландшафта, санитарно-гигиеническая и эстетическая оценка, рекреационная ценность.

При лесоустройстве было проведено описание состояния лесной среды по известной методике Н.С. Казанской, В.В. Ланиной, Н.Н. Марфенина (Казанская, Ланина, Марфенин, 1977). На основе этого описания были сделаны выводы, что на территории лесхоза преобладают на 95,5% лесные экосистемы 1 стадии дигрессии. Вместе с тем на 3,7% территории отмечены участки 2 стадии дигрессии. Как правило, такие участки приурочены к наиболее красивым и известным туристам местам (аттрактивным центрам). Отмечается, что на большей части лесхоза преобладает передвижение по тропам, дорогам и озерам (линейное воздействие) и только в местах остановок – интенсивное площадное. Массовые концентрации отдыхающих на небольших пространствах стоянок вызывают наибольшие нарушения в таких местах.

В рамках нашего исследования было сделано ряд публикаций А.Н. Соболева (2005а, 2005б, 2006, 2007а, 2007б, 2007в, 2007г), в т.ч. совместных с П.А. Феклистовым (2004, 2006), которые посвящены влиянию рекреационного воздействия на видовое разнообразие и обилие видов напочвенного покрова, высоту его доминантных видов, твердость почвы и толщину лесной подстилки.

1.4. Выводы

Как следует из приведенного обзора, по обозначенной теме имеется значительное количество работ. Однако многие вопросы остаются

малоизученными или только обозначенными, требующими продолжения исследования.

Неизучены или слабо изучены санитарное состояние древостоев, возрастная структура древостоев, распределение деревьев в древостоях по диаметру и высоте, относительная высота стволов деревьев, прирост по диаметру, естественное возобновление. На архипелаге много интродуцентов: сосна кедровая сибирская, лиственница сибирская, псевдотсуга Мензиса, сосна скрученная, популяции которых нуждаются в оценке. Недостаточно изучен ценотический состав напочвенного покрова в различных типах леса, размеры, закономерности изменения и т.п.

Малоизучены вопросы изменения обилия и разнообразия напочвенного покрова, толщины лесной подстилки и твердости верхних слоев почвы в рекреационных зонах Соловецкого архипелага.

Таким образом, анализ литературных источников позволил определиться с программными вопросами, сформулировать цель и задачи нашего исследования.

2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.

2.1. Физико-географические условия района исследований

Соловецкий архипелаг (рис. 2.1) расположен в устье сравнительно мелководного и хорошо прогреваемого Онежского залива Белого моря между параллелями $64^{\circ}57'$ и $65^{\circ}12'$ северной широты и меридианами $35^{\circ}30'$ и $36^{\circ}17'$ восточной долготы (Ипатов и др., 2005б).

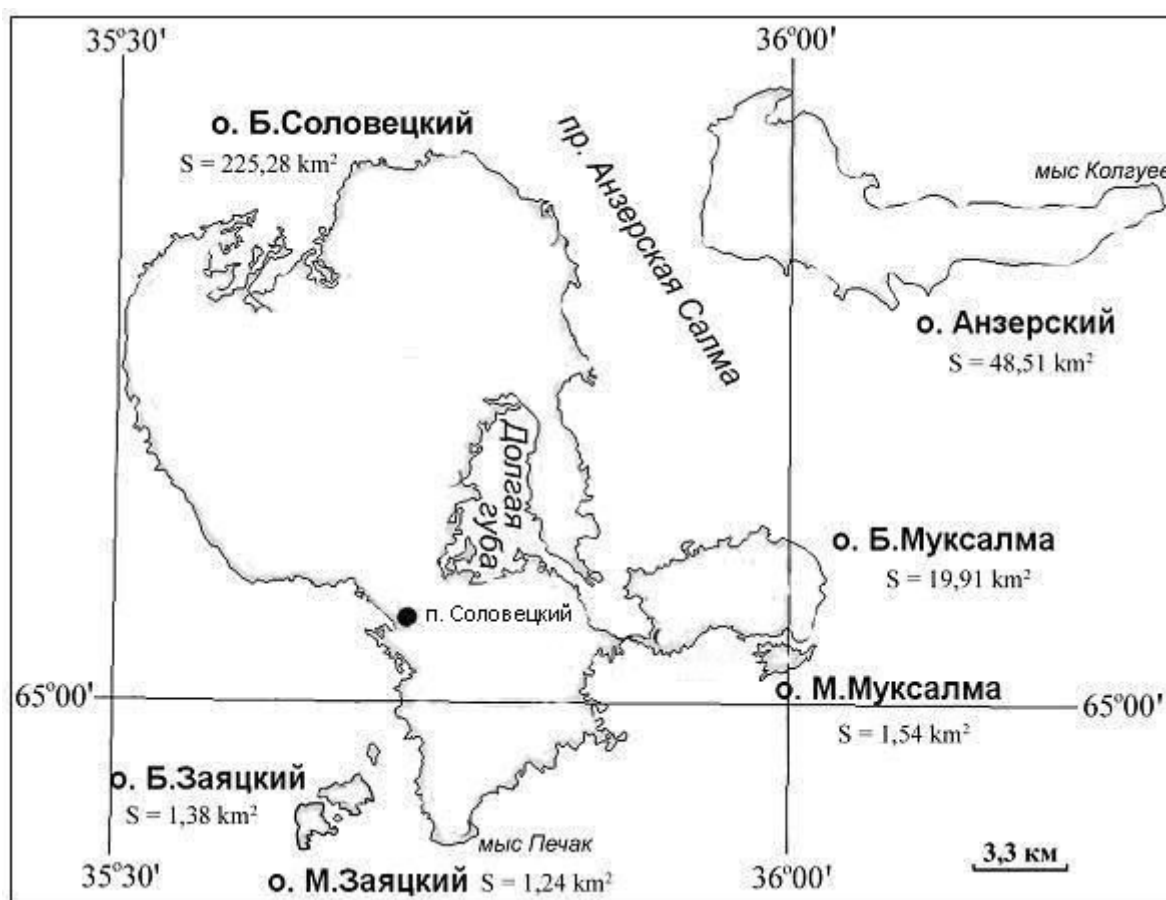


Рисунок 2.1. Карта-схема Соловецких островов (Природная среда..., 2007).

С запада Соловецкий архипелаг отделен от материка проливом Западная Соловецкая салма. Расстояние от Карельского берега - около 60 км. С востока архипелаг отделен от материка проливом Восточная Соловецкая салма. Расстояние до Летнего берега около 40 км.

Соловецкий архипелаг образует свыше 100 островов и островков. Среди них выделяются шесть больших островов: Большой Соловецкий,

Анзер, Большая и Малая Муксалма, Большой и Малый Заяцкие. Общая площадь архипелага около 300 км². Большой Соловецкий остров - самый крупный на Белом море - 225,28 км². По площади он значительно превышает остальные острова: Анзер - 48,51 км², Большая Муксалма - 19,91 км², Малая Муксалма – 1,54 км², Большой и Малый Заяцкие – 1,38 и 1,24 км² соответственно.

Рельеф островов неровный, сильнопересеченный, представлен двумя типами: холмисто-моренным, образованным аккумулятивной деятельностью ледника в период его таяния, и рельефом морских террас. Самая высокая точка архипелага - гора Вербокольская - 86,2 м.

По климатическому характеру Архангельская область (Природная среда..., 2007) расположена в атлантико-арктической области умеренного пояса с суровым климатом, холодной и длинной зимой с устойчивым снежным покровом, коротким и прохладным летом.

Климат Архангельской области формируется в условиях малого количества солнечной радиации зимой, под влиянием северных морей и интенсивного западного переноса, обеспечивающего вынос влажных морских масс с Атлантического океана (летом - холодного, зимой - теплого), а также влиянием местных физико-географических особенностей территории.

Основную роль в формировании климата области играет радиационный процесс, определяющийся географической широтой. Расстояние до условной линии Полярного круга от пос. Соловецкий 165 км, что определяет продолжительность его светового дня (до 21 ч 56 мин – 22 июня).

Атмосферная циркуляция оказывает значительное влияние на климат Архангельской области, так как ее территория находится в зоне активной циклонической деятельности и частой смены воздушных масс, различных по месту своего формирования, температуре и влажности.

Особенности климата Соловецкого архипелага на фоне общей картины климатических характеристик Архангельской области определяются, прежде всего, его географическим положением: а именно нахождением его в середине замкнутого водоема, каковым является Белое море. Как известно, Белое море имеет сложный ледовый режим. В холодное время года на акватории моря наблюдается постоянный дрейф льда, что обусловлено приливно - отливными явлениями. Как следствие этого, море зимой целиком не замерзает, существуют постоянные полыньи. Сплошная полоса припая окружает только Соловецкие острова.

Климат Соловецких островов можно охарактеризовать как умеренно теплый, избыточно влажный (суммарная радиация немногим более 3000 мдж/м², средняя годовая разность осадков и испаряемости 200 мм, сумма температур воздуха более 10 градусов 889°С).

Средняя годовая температура 0,9°С. Самый холодный месяц- февраль, самый теплый - июль. Средняя годовая амплитуда, вычисленная как разность средней месячной температуры самого холодного и самого теплого месяцев, равна 23°С.

Характерной особенностью ветрового режима является сезонная смена преобладающих направлений. В холодное время года преобладают ветры южных направлений, в теплое - северных. Средняя годовая скорость ветра составляет 4,8 м/с.

На Соловках в среднем за год выпадает 547 мм осадков.

Островное положение Соловков способствует большой влажности воздуха. Относительная влажность воздуха в среднем за год равна 82%. Сухие дни (относительная влажность менее 30%) исключительно редки. Число влажных дней с относительной влажностью более 80% за год достигает 187.

Для Соловков характерна большая повторяемость пасмурного неба в течение всего года. Годовое число пасмурных дней по общей облачности составляет 175. Ясных дней гораздо меньше, за год их наблюдается 23.

Холодный период (менее 0°C) длится 175 дней (рис. 2.2). Переход средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону понижения происходит в начале первой декады ноября, в сторону повышения - в середине третьей декады апреля.

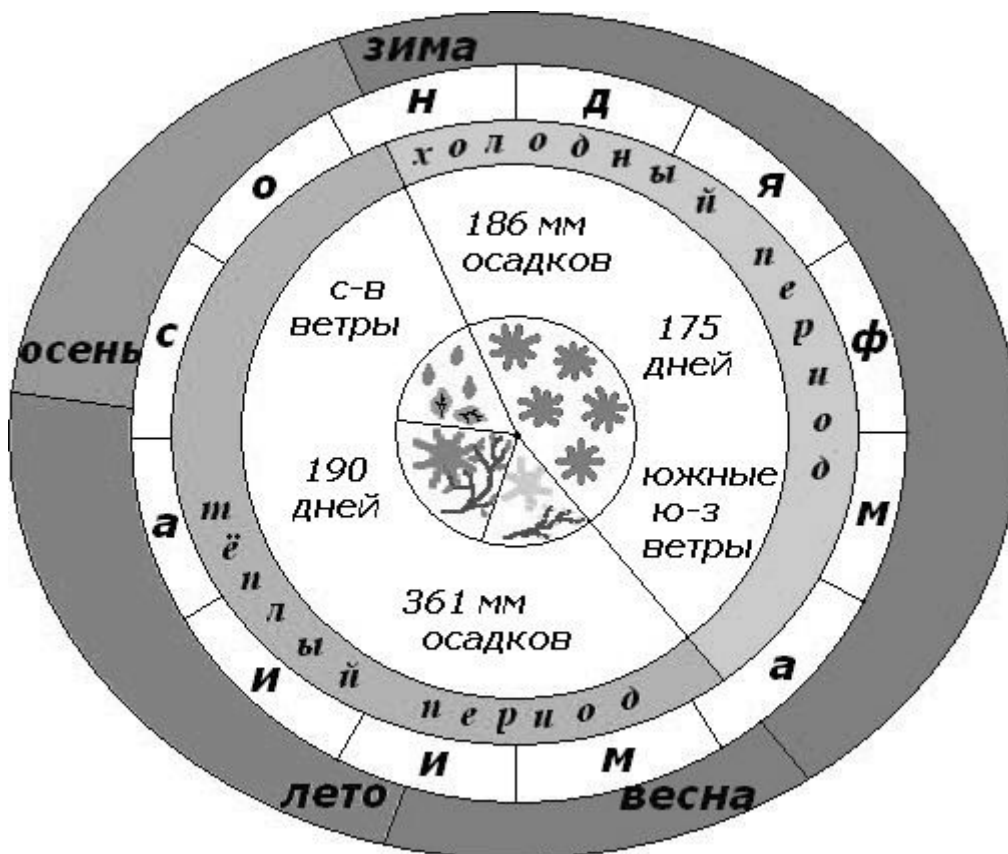


Рисунок 2.2. Сезоны года на Соловках (Макарова, 2008).

Суммы отрицательных средних суточных температур воздуха составляют – 1088°C, суммы умеренных морозов - (ниже – 10 град С) 297°C.

Устойчивые морозы наблюдаются в течение 132 дней.

Самый холодный месяц февраль –10.1°C. При вторжении холодных воздушных масс наблюдаются понижения температуры до – 37°C. Однако, в любом из зимних месяцев возможны оттепели, вызывающие интенсивное снеготаяние.

Снежный покров залегает в течение 183 дней. Появляется он в начале третьей декады октября, однако в отдельные годы его появление может отмечаться на месяц раньше или позже средней даты. Первый снег, как

правило, стаивает под влиянием жидких осадков и оттепелей. Устойчивый снежный покров образуется в середине ноября. В течение зимы высота снега увеличивается и в марте достигает 60 см.

Разрушение устойчивого снежного покрова происходит в начале первой декады мая, окончательный сход - в конце первой декады мая. В отдельные годы снежный покров может сойти во второй декаде апреля или во второй декаде июня.

За холодный период выпадает 186 мм или 34% годового количества осадков. В основном, это длительные осадки обложного характера.

В холодное время года ветровой режим на Белом море формируется под влиянием исландского минимума, поэтому южные и юго-западные ветры являются преобладающими, суммарная повторяемость их составляет 40 - 45%. Средние скорости равны 4.2 - 6.3 м/с.

Теплый период (выше 0°C) длится 190 дней. Сумма положительных температур воздуха равна 1455°C. Вегетационный период (выше 5°C), в течение которого создаются благоприятные условия для роста и развития растений, составляет 128 дней. Начинается он в середине третьей декады мая, а заканчивается в начале первой декады октября.

Лето (выше 10°C) продолжается 74 дня, начинается в конце второй декады июня, заканчивается в начале первой декады сентября. Суммы средних суточных температур выше 10°C, которые являются показателем теплообеспеченности вегетационного периода, составляют 889°C.

Самый теплый месяц - июль 12,9°C. В отдельные дни температура может повышаться до 31°C (абсолютный максимум).

Заморозки не столько сокращают безморозный период, сколько губительно действуют на произрастающие растения. Средняя дата последнего заморозка 29 мая, первого - 6 октября. Но бывают годы, когда поздние заморозки отмечаются в конце июня, а ранние - в первой половине сентября. Безморозный период длится 129 дней.

За теплый период выпадает 361 мм, что составляет 66% годового количества осадков.

Летом происходит ослабление интенсивности общей циркуляции атмосферы над всем Северным полушарием. В западной части Баренцева моря располагается слабо выраженная область повышенного давления, север европейской части России находится в полосе пониженного давления, связанного с прогревом континента. В соответствии с этим с севера на континентальную часть поступает арктический воздух. В этот период преобладают северо - восточные ветры 22 - 35%. Скорость ветра в июне - августе 3,9 – 4,2 м/с.

2.2. Лесной фонд и его характеристика.

По лесорастительному районированию территорию Соловков относят к северной подзоне тайги. Зональными биоценозами (Природная среда..., 2007) для Соловецких островов являются притундровые леса и лесотундровые криволесья, поскольку здесь проходит среднеиюльская изотерма 12°C, на севере Европы маркирующая границу между северной тайгой и лесотундрой. Формирование азональных тундровых сообществ связано с охлаждающим действием моря и преобладанием холодных северо-восточных ветров в вегетационный период. В тоже время этими же авторами (Природная среда..., 2007) отмечается появление на территории разнотравных и разнотравно-черничных лесов, близких к среднетаежным, обусловленных аномалиями конвективного потока высокой интенсивности (до 40-50 Вт/м²). Ряд других авторов (Ипатов и др., 2005б) отмечают высокопродуктивные насаждения в центральной части Б. Соловецкого острова с повышенным местоположением, и с резко выраженным рельефом. Они представлены ельниками и сосняками с запасом древесины более 200 м³/га, что характерно для материковой части северной (и даже средней) подзон тайги.

Все леса Соловецкого лесничества по распоряжению СМ РСФСР от 28 февраля 1959 г. № 830-р отнесены к лесам 1 группы. Распоряжением СМ РСФСР от 19 апреля 1988 г. №365-р леса Соловецкого архипелага были отнесены к «лесам, имеющим научное или историческое значение». Согласно Федерального закона от 04.12.2006 N 201-ФЗ в настоящее время «Леса первой группы и категории защитности лесов первой группы признаются защитными лесами и категориями защитных лесов...» При этом в соответствии с новым Лесным кодексом РФ «леса, имеющим научное или историческое значение» отнесены к категории ценных лесов. В этой категории защитности запрещается проведение сплошных рубок.

Земли лесного фонда Российской Федерации, закрепленные за Соловецким лесничеством, составляют 28313 га или 95,6% территории Соловецкого архипелага (Ипатов и др., 2005б), лесистость 67,9%. Согласно законодательству лесной фонд Соловецкого лесничества делится на две части: лесные и нелесные земли, занимающие соответственно 67,7 и 32,3%. Из площади лесных земель покрыто лесной растительности 19 тысяч гектар (67,1% от общей площади лесного фонда), причем почти все естественного происхождения. Лесов, созданных человеком (лесные культуры) всего 158 га (0,6%). К не покрытым лесом землям отнесены несомкнувшиеся лесные культуры - 73 га (0,3%) и естественные редины, представленные березовыми криволесьями на морском побережье. Их площадь составляет 86 га (0,3%). Почти половину нелесных земель занимают болота – их более 4 тысяч гектар (14,6% от общей площади лесничества). Преобладают верховые – 76,4%, питающиеся в основном атмосферными осадками. Переходные болота занимают 23,0% и совсем мало низинных – 0,6%.

В почвенном покрове Соловецкого архипелага наблюдается большая пестрота, связанная с характером материнских пород, формами рельефа и условиями увлажнения (Ипатов и др., 2005б). На повышенных, хорошо дренированных элементах рельефа на песчаных и супесчаных отложениях

формируются почвы подзолистого типа, занимающие 76,0% лесной площади (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Распределение почв по типам и механическому составу.

Типы почв и влажность	Площадь		в т.ч. по механическому составу				
	га.	%	песчаные	супесчаные	суглинистые	торфянистые	торфяные
Подзолистые	14561,6	76,0	3406,6	10997,3	160,7	-	-
<i>сухие</i>	1173,7	6,1	1106,6	65,5	1,6	-	-
<i>свежие</i>	13387,9	69,9	2297,0	10931,8	159,1	-	-
Дерново-литогенные	349,9	1,8	273,0	76,9	-	-	-
Болотно-подзолистые	2052,6	10,7	339,8	1421,4	291,4	-	-
<i>влажные</i>	2006,8	10,5	320,0	1400,5	286,3	-	-
<i>сырые</i>	45,8	0,2	19,8	20,9	5,1	-	-
Болотные переходные	909,7	4,8	-	-	-	-	909,7
Болотные верховые	1289,2	6,7	-	-	-	1289,2	-

На плоских водоразделах преобладают болотно-подзолистые почвы – 10,7% и обширные торфяники – 11,5%. Незначительную часть – 1,8% занимают дерново-литогенные почвы с относительно высоким содержанием гумуса по сравнению с подзолистыми почвами.

Для наиболее распространенных в лесах лесничества подзолистых почв характерно следующее строение почвенного профиля. Под слоем лесной подстилки (A0) залегает светло-серый или белесоватый подзолистый горизонт. В зависимости от механического состава и рельефа местности мощность подзолистого горизонта (A2) варьирует от 2 до 30 см. Иллювиальный горизонт (B) уплотнен и имеет красновато- или желтовато-бурую окраску. Он постепенно переходит в горизонт C. Кроме того, на территории островов представлены болотные почвы верхового, низинного и

переходного типов. Мощность торфяников изменяется от 0,2 до 3 м, преобладают от 1 до 2 м.

Видовой состав сосудистых растений на Соловках представлен более, чем 560 видами (Ипатов и др., 2005б). Древесно-кустарниковые растения представлены преимущественно елью сибирской, сосной обыкновенной, осиной, березой пушистой, поникшей, извилистой и карликовой. Кроме того, распространены ель европейская, можжевельник - сибирский и обыкновенный, 9 видов ив, среди которых отмечена и древовидная, ольха серая, рябина и черемуха, сосна сибирская, лиственница сибирская, пихта сибирская, псевдотсуга Мензиса. Средний состав лесов архипелага представлен различными породами: 4ЕЗС2Б1Ос ед.Ол(с), Ив, Р, Л, К, Чр.

Комплексным показателем, характеризующим лесорастительные условия и биоценозы является типы леса (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Распределение покрытых лесом земель лесничества по преобладающим породам и по типам леса

Тип леса	Площади по преобладающим породам, га.				Итого	
	Ель	Сосна	Береза	Осина	га.	%
Скальный	2,0	11,2	0,0	0,0	13,2	0,1
Лишайниковый	24,2	339,3	179,1	0,0	542,6	2,8
Брусничный	231,7	2070,7	776,1	57,2	3135,7	16,5
Кисличный	90,0	4,0	179,9	110,7	384,6	2,0
Черничный	7115,2	2489,5	1425,9	783,0	11815,1*	62,1
Долгомошный	308,3	307,2	120,9	2,6	739,0	3,9
Травяно-болотный	73,3	39,6	738,3	0,8	852,0	4,5
Сфагновый	136,0	1264,4	79,6	0,0	1480,0	7,8
Ивняковый	0	0	42,3	0	42,3	0,2
ВСЕГО, га.	7980,4	6525,9	3542,1	954,3	19004,5	100,0
%	42,0	34,4	18,6	5,0		

* В древостое с преобладанием лиственницы на площади 1,5 га выделен тип леса – лиственничник черничный свежий, с преобладанием кедра на 0,3 га – кедровник черничный свежий.

Из этой таблицы видно, что на 42,0% покрытых лесом земель преобладают ельники. Более трети покрытой лесом площади – 34,4% - занято древостоями с преобладанием сосны. Таким образом 76,4% лесопокрытой площади представлено хвойными породами. Доля осины (5%) и березы (18,6%) значительно меньше. Распределение по занимаемой площади в целом не типично для Архангельской области. Обычно на долю сосняков как интразональной растительности приходится лишь немногим больше 20 %. Здесь же они занимают значительные площади.

В типологическом отношении преобладают (62,1%) черничные типы леса как среди сосняков и ельников, так и березняков с осинниками. Заметное место занимают сухие типы среди сосняков (брусничные и лишайниковые) и влажные как среди сосняков, так и ельников (долгомошные и сфагновые). Для березняков значительно количество травяно-болотных и брусничных типов леса.

Запретный статус островов и отсутствие сплошных рубок за последние 60 лет значительно «состарили» леса, средний возраст которых в 2003 г. составил 152 года у хвойных пород и 65 лет у лиственных (Ипатов и др., 2005б).

В процессе изучения возрастной структуры древостоев хвойных пород (рис 1.3 и 1.4) было выявлено, что средний возраст ельников достигает 280 лет, а сосняков – 360 лет. В ельниках преобладают спелые и перестойные насаждения 100,1-200 лет (91,8%), при этом наиболее многочисленная группа 160,1-180 лет (34,9%). Насаждений в возрасте до 60 лет (в т.ч. молодняков) среди ельников практически нет. В сосняках выделяются две группы насаждений: средневозрастные 40,1-80 лет (22,1%), спелые и перестойные 160,1-200 лет (37,4%). Молодняков у сосняков лишь 6,9 %.

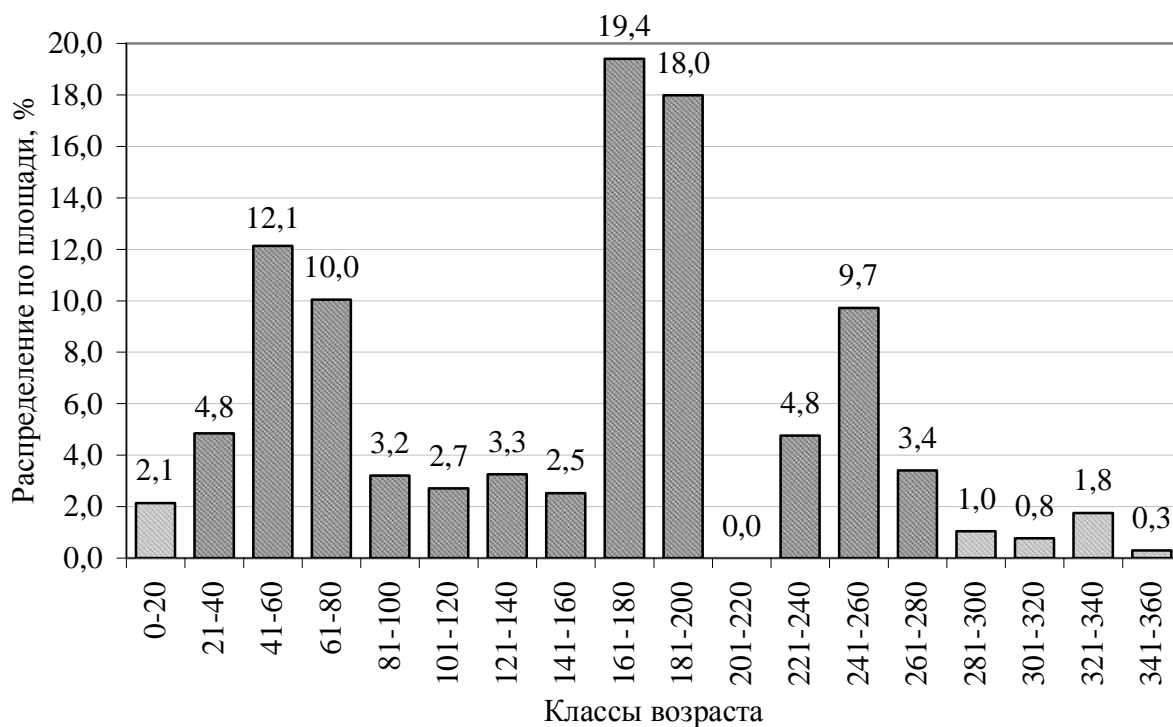


Рисунок 1.3. Распределение сосняков по классам возраста

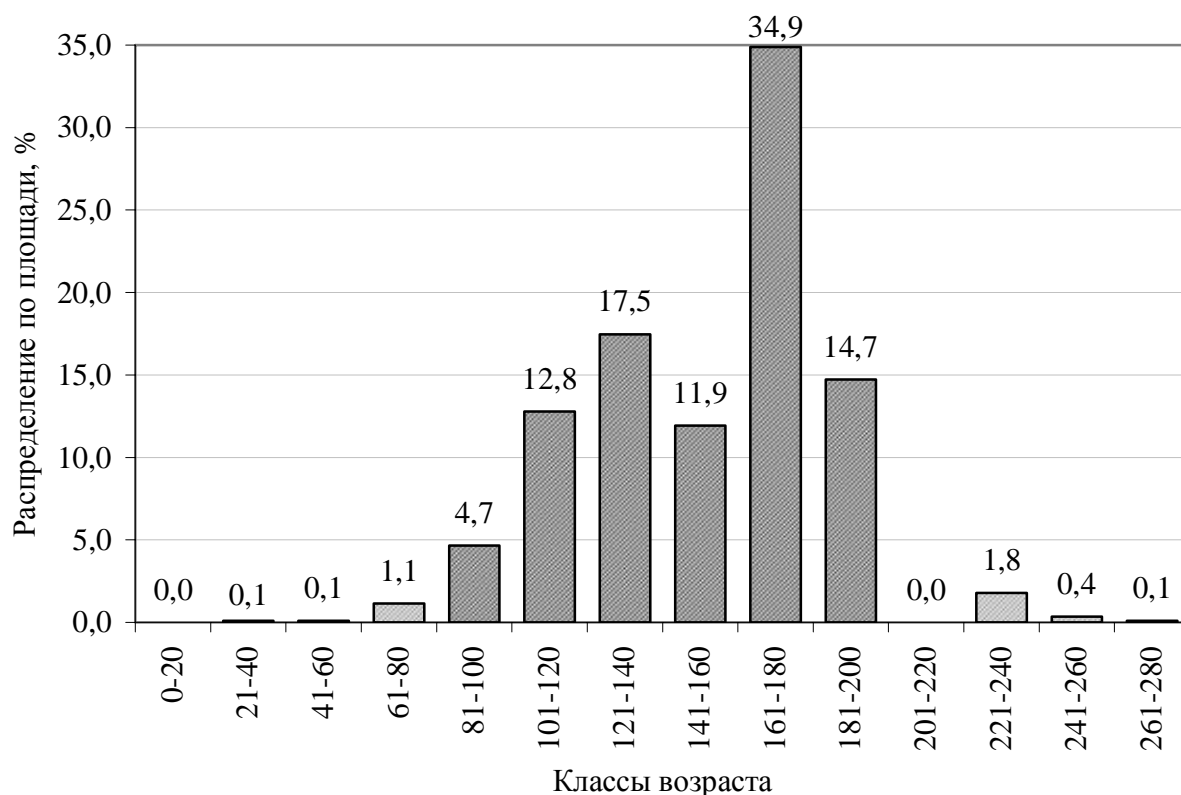


Рисунок 1.4. Распределение ельников по классам возраста

Анализ бонитетной структуры (Ипатов и др., 2005б) показал, что 80,9% площади занимают насаждения V-Vб классов бонитета. У хвойных пород

средний класс бонитета V,1, при этом преобладают (рис 1.5 и 1.6) низкопродуктивные (V класса бонитета) и крайне низкопродуктивные (Va класса бонитета) насаждения, занимающие соответственно 67,8 и 18,7% лесопокрытой площади еловых насаждений и 58,5 и 27,3% сосновых насаждений.

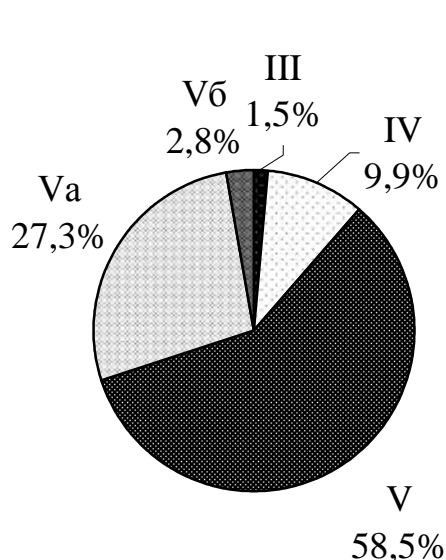


Рисунок 1.5. Распределение площади сосняков по классам бонитета

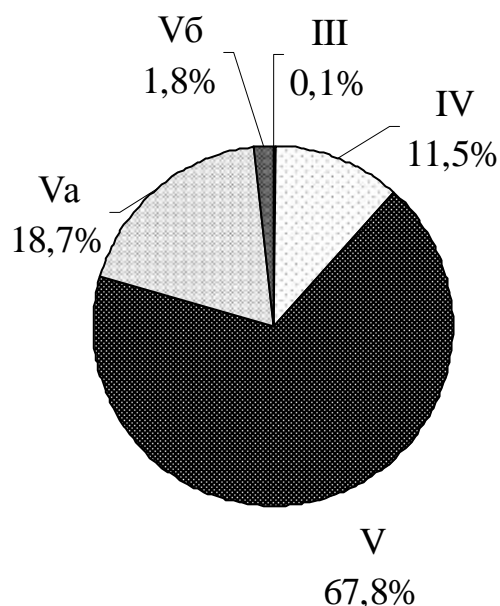


Рисунок 1.6. Распределение площади ельников по классам бонитета

Средняя полнота древостоев по лесничеству (Ипатов и др., 2005б) равняется 0,61. Основная площадь – 57,5% приходится на древостои с полнотой 0,6-0,7. Среди ельников и сосняков преобладают древостои с полнотой 0,5-0,7.

Таким образом, для проведения научных работ целесообразно выбирать сосняки и ельники черничных типов леса в основном средневозрастные, спелые и перестойные. Именно они определяют облик острова, придают ему своеобразный колорит, определяют фаунистический состав и соответственно могут быть использованы для исследований.

3. МЕТОДИКА, ОБЪЕКТЫ И ОБЪЕМ РАБОТ

3.1. Программа и методика проведения исследований.

Программа исследований включала в себя следующие основные вопросы:

1. Особенности строения и состояние естественных и искусственных насаждений (древостой, подрост, напочвенный покров) Соловецкого архипелага.
2. Рекреационное воздействие на лесные насаждения Соловецких островов, санитарное состояние древостоев вдоль троп. Организация рекреационного лесопользования.
3. Закономерности изменения напочвенного покрова в ельниках-черничниках и сосняках-зеленомошниках под влиянием рекреационного лесопользования.
4. Закономерности изменения лесной подстилки и верхних слоев почвы в ельниках-черничниках и сосняках-зеленомошниках под влиянием рекреационного лесопользования.

Перед началом исследований выделялись ключевые участки, отбор которых был основан на критериях природно-ландшафтной репрезентативности (спектре представленных на участке биогеоценозов), полноты охвата территории архипелага, наличии рекреационных центров, уникальных природных и естественно-культурных объектов, а также удаленности от других ключевых участков (для создания пространственно распределенной сети). При этом в первую очередь учитывались точки мониторинга (тест-полигоны), определенные в 2003 году (Природная среда..., 2007).

Затем в ходе рекогносцировочного обследования на выделенных ключевых участках подбирались фитоценозы в наиболее представленных

типах леса, а также в искусственных насаждениях. В случае изучения рекреационного воздействия, подбирались более или менее однородные участки леса с преобладанием ельников черничного типа и сосняков зеленомошного (черничного и брусничного), как наиболее характерных для Соловецкого архипелага, так и для северной подзоны тайги.

В основу работ положены рекомендации по биогеоценотическим исследованиям (Сукачев, Дылис, 1966).

Временные пробные площади закладывали с учетом требований ОСТ 56-84-85 по общепринятым методикам (Гусев, Калинин, 1988, Сукачев, Зонн, 1961). При этом определяли координаты с помощью GPS-навигатора.

В пределах пробных площадей 11-17, 31-32, 38-42, 48 были выделены участки, на которых наблюдалась рекреационная деградация (их размер составил от 5,21 до 650 м²), для изучения влияния рекреации на напочвенный покров и почву. Для них давали оценку по стадиям рекреационной дигрессии по известной методике Казанской, Ланиной, Марфенину (1977):

Первая стадия – характеризуется ненарушенной, пружинящей под ногами подстилкой, полным набором характерных для данного типа леса травянистых видов, с многочисленным разновозрастным подростом.

Вторая стадия – вытоптаные участки занимают не более 5% территории. Начинается разрушение подстилки и проникновение опушечных видов под полог леса.

Третья стадия – выбитые участки занимают до 10-15% всей площади. Начинается изреживание верхнего полога, подрост и подлеска. В напочвенный покров внедряются луговые и сорные виды.

Четвёртая стадия – лесной биогеоценоз приобретает своеобразную структуру, заключающуюся в чередовании куртин подрост и подлеска, отграниченных полянами и тропинками. На полянах полностью разрушена подстилка, разрастаются луговые травы, происходит задернение почвы. Подрост остаётся только под защитой куртин; жизненность его очень низка. Выбитые участки занимают 15-20% площади.

Пятая стадия – выбитая площадь увеличивается до 60-100% территории. Значительная часть площади лишена растительности, сохраняются лишь фрагменты сорняков и однолетников. Подрост почти полностью отсутствует. Все сохранившиеся деревья больны или с механическими повреждениями, у значительной их части корни обнажены и выступают на поверхность почвы.

На пробных площадях выполняли целый комплекс работ по их лесоводственному и геоботаническому описанию.

В большинстве лесных насаждений (пробные площади 11-48) для характеристики древостоя закладывались круговые площадки с помощью полнотомера Биттерлиха. Их количество определялось размерами изучаемого выдела в соответствии с приводимыми в литературе рекомендациями (Анучин, 1982, Гусев, Калинин, 1988). С их помощью определялась сумма площадей сечений древостоев по породам, а также на этой основе рассчитывались другие необходимые показатели. На выделе производилось измерение диаметров и высот 15-17 деревьев главной породы и 5-7 сопутствующей. Диаметр замерялся с помощью мерной вилки с точностью до 1 см, а высота - высотомера-угломера лесного ВУЛ-1 с точностью до 0,5 м.

На пробных площадях 1-10 с известными размерами проводили сплошной пересчет деревьев (не менее 100 главной породы) (Анучин, 1982, Гусев, Калинин, 1988). Все деревья на пробной площади нумеровали краской. Для каждого дерева отмечали категорию санитарного состояния (здоровые, ослабленные, усыхающие, свежий и старый сухостой) с использованием существующих рекомендаций (Мозолевская, Катаев, Соколова, 1984; Санитарные правила в лесах РФ, 1992; Санитарные правила в лесах СССР, 1970).

В пределах пробных площадей 14-17 в целях анализа рекреационного воздействия на древостой вдоль троп на расстоянии по 2,5 м в обе стороны от их оси методом непровешенной ходовой линии (Тальман, Катаев, 1964;

Мозолевская, Катаев, Соколова, 1984) проводился сплошной пересчет деревьев (главной породы не менее 100 экз.). При этом для каждого дерева вышеуказанным способом измерялся диаметр на высоте груди, оценивалось санитарное состояние и учитывались деревья, механически поврежденные (имеющие затески), срубленные (по наличию пней), суховершинные, ветровальные и буреломные. Диаметры стволов на высоте 1,3 м по диаметрам у шейки корня пней определялись на основе имеющихся переводных таблиц (Лесотаксационный справочник..., 1986). В случае деревьев, имеющих затески, затески подразделялись на крупные (повреждение занимает более 50% сектора флоры), средние (25-50%) и мелкие (повреждено менее 25% сектора флоры) (Лебедев, 1990).

Для изучения радиального прироста деревьев с помощью приростного бурава *Haglof* были взяты керны (образцы древесины) на пробных площадях 1-10 у 20-25 деревьев главной породы, а на 36, 43-47 пробных площадях – у 10-15. Керны отбирались по случайно взятому радиусу на высоте 1,3 м с учетом известных методических рекомендаций (Битвинская, 1974, Феклистов, Евдокимов, Барзут, 1997). При этом полученные данные использовались для исследования возрастной структуры древостоев ельников и сосняков черничников. Также на пробных площадях брались керны у шейки корня 3-5 деревьев для определения среднего возраста древостоя (Корчагин, 1960).

Для изучения лесных культур на пробной площади 30 методом систематической выборки были отобраны учетные деревья сосны скрученной (100 экземпляров) и сосны обыкновенной (50 экземпляров). У них были измерены диаметры на высоте груди, высоты, изучено патологическое состояние (наличие двухвершинности, суховершинности, рака, искривления ствола), подсчитано количество ветвей первого порядка, отмечена максимальная продолжительность жизни хвои на терминальных и боковых побегах. Для изучения радиального прироста совместно произрастающих деревьев сосны скрученной и обыкновенной на данной пробной площади

было взято 62 керна у первой породы и 31 – у второй. При камеральных работах годичный прирост подразделялся на раннюю и позднюю древесину.

В пределах пробных площадей 1-10 производилось описание подроста основных лесообразующих пород с подразделением на категории высоты (Полевой справочник таксатора, 1971) и состояния на 5 учетных площадках размером 2 x 10 м, заложенных лентой по диагонали пробной площади. При этом выделялись следующие категории состояния (Мелехов, 1980):

- * *Благонадежный безукоризненный* (ББ) – подрост *благонадёжный* физиологически, *безукоризненный* в техническом отношении.
- * *Благонадежный дефектный* (БД) – подрост *благонадёжный* физиологически, но *дефектный* в техническом отношении.
- * *Сомнительный* (Сом) – потенциальные возможности подроста в данный момент трудно определить.
- * *Ненадежный* (Нен).
- * *Сухой подрост* (Сух).

На этих же площадках производился учет подлеска. При этом определялась средняя высота и характер распространения подлесочных пород.

Для изучения живого напочвенного покрова на пробных площадях (в т.ч. на участках, испытывающих в той или иной степени рекреационную дигрессию) закладывалось по 15-20 площадок размером 0,5 x 0,5 м (Астрологова, Гортинский, 1980, Астрологова, 2002, Таран, Спиридонов, 1977) с оценкой видового состава и обилия растений. При этом выделялись два яруса напочвенного покрова – мохово-лишайниковый и травяно-кустарничковый. Отдельные виды представителей напочвенного покрова определялись с использованием известных литературных источников и пособий (Киселева, Новиков, Октябрева, Черенков, 2005, Цвелев, 2000, Иллюстрированный определитель..., 2000, Домбровская, Шляков, 1967). Обилие показывает относительное количественное соотношение между видами в нижних ярусах фитоценоза. Определялось глазомерным способом с

помощью шкалы Друде (Уранов, 1935). При камеральной обработке материалов применялся метод перевода качественных категорий по Друде в количественные баллы, как это рекомендуется Г. Вальтером (1982) и соответствует шкале Браун-Бланке (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Шкалы для оценки и описания видового разнообразия растений почвенного покрова и их соответствие

№ п/п	Шкала Друде		Проективное покрытие в десятих долях	Шкала Браун- Бланке, в баллах
	Количественное описание растений	Обозначение		
1	растения смыкаются надземными частями; расстояние между особями отсутствует	soc. (socialis)	покрытие 1	5
2	растения очень обильны, расстояние между особями 20 см,	cop ₃ (copiosae)	покрытие 0,7-0,9	4
3	растения обильны, расстояние между особями 20-40 см	cop ₂ (copiosae)	покрытие 0,5-0,6	3
4	растения довольно обильны, расстояние между особями 40-100 см	cop ₁ (copiosae)	покрытие 0,2-0,4;	2
5	растения редки, расстояние между особями 100-150 см	sp (sparsae)	покрытие до 0,1	1
6	растения единичны, расстояния между особями более 150 см	sol (solitaria)	покрытие менее 0,1	0,5
7	одно растение на пробной площади	un (unicum)	-	0,1

На этих же площадках определялась твердость почвы с помощью плотномера пенетрационного статического действия В-1. В соответствии с паспортом прибора контрольные замеры на каждой площадке выполнялись 5

раз на глубину до 9 см, причем расстояние между соседними точками замеров должно быть не менее 0,07 м.

Здесь же изучалась толщина лесной подстилки, для чего делалась прикопка и проводились замеры линейкой от поверхности почвы до нижней границы лесной подстилки.

С целью изучения изменения свойств лесной подстилки при удалении от берега водоема (на участках, испытывающих в той или иной степени рекреационную дигрессию) закладывались трансекты, на которых аналогичным способом через 1-2 метра измерялась толщина и твердость почвы.

Также в ельниках черничниках, на участках испытывающих в той или иной степени рекреационную дигрессию, определялась высота доминантных видов растений (черники, брусники, лерхенфельдии) на разных стадиях дигрессии. Для этого с помощью линейки делались замеры от поверхности почвы до верхней части растения. Всего на каждой пробной площади делалось до 50 замеров высот растений.

При проведении камеральных работ тип леса устанавливался согласно методическим указаниям В.Н. Сукачева и С.В. Зонна (1961). Расчеты таксационных характеристик проводили в соответствии с рекомендациями Гусева (2000). Группы возраста выделялись в соответствии с приведенными в литературе принципами распределения (Неволин и др., 2003, Белов, 1976) по следующим придержкам: молодняки – 1-2 класс (0-40 лет), средневозрастные – 3-4 класс (41-80 лет), приспевающие – 5 класс (81-100 лет), спелые – 6-7 класс (101-140 лет), перестойные – 8 класс и выше (141 и более лет). Класс бонитета определяли по средней высоте преобладающей породы и среднего возраста по бонитировочной шкале М.М. Орлова. (Полевой справочник таксатора..., 1971), относительная полнота и запас насаждений по стандартной таблице сумм площадей сечений и запасов древостоев на 1 га при полноте 1,0.

Обработка полученных кернов для исследования прироста деревьев сосны и ели по годам, а также для определения возраста деревьев проводилась при помощи микроскопа-бинокля светового МБС-1 (его точность при 20-ти кратном увеличении (2 x 8) составляет $\pm 5\%$).

Для исключения влияния на изменчивость ширины годичных колец фактора возраста и для приведения дендрохронологических данных к сопоставимому виду проводили стандартизацию значений с использованием относительных показателей (индексов прироста). Формула для расчета относительных индексов прироста следующая:

$$I = I_F / I_S \times 100\%,$$

где I – относительный индекс, %,

I_F – фактическая ширина годичного кольца,

I_S – средняя ширина годичного кольца (или норма прироста данного года), вычисленная методом скользящего сглаживания средних величин с 21-летним периодом осреднения.

Для оценки видового разнообразия (альфа-разнообразия) насаждений вычислялось среднее количество видов напочвенного покрова (в целом и по ярусам) на пробных площадях (видовое богатство), а также использовался индекс видового разнообразия или неоднородности Шеннона (Одум, 1986), который рассчитывался для близких таксонов (по ярусам) по формуле:

$$H = -\sum (n_i/N) \times \ln (n_i/N)$$

где n_i – относительное обилие особей i -го вида,

N – суммарное обилие особей.

На основе индекса Шеннона вычислялся показатель выравненности E (отношение наблюдаемого разнообразия к максимальному):

$$E = \frac{H}{\ln S},$$

где S – количество видов.

Проводился математико-статистический анализ полученных данных, при этом расчеты выполнялись на основе общепринятых методов (Гусев, 2002).

Анализ, обработка и изложение материала проводилось с использованием пакета программ Microsoft Office и прикладных программ Stat.exe, Regres.exe, kor_anl.exe.

3.2. Характеристика объектов исследования.

Объекты исследования – лесные фитоценозы разного типа и состава, расположенные в различных частях Соловецкого архипелага (рис. 3.1, Приложение 1).

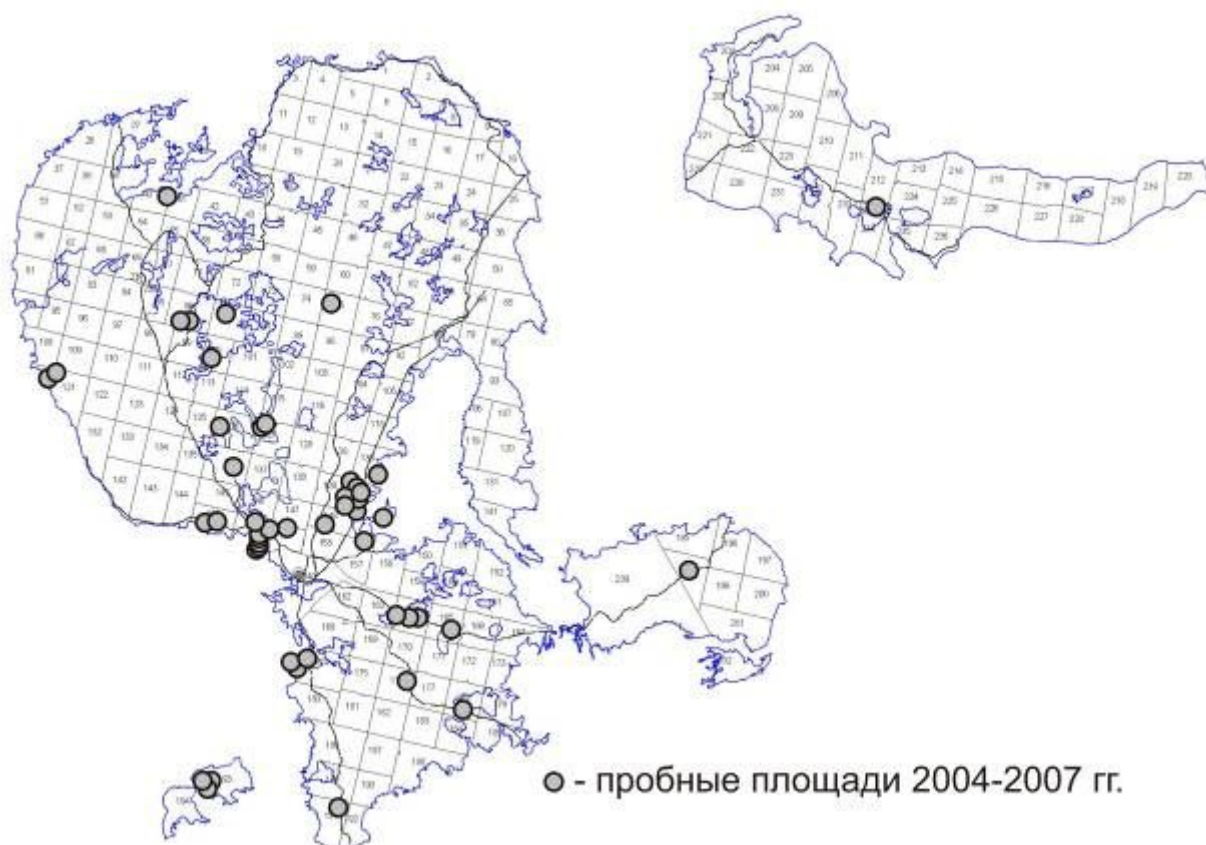


Рисунок 3.1. Расположение пробных площадей 2004-2007 гг. по территории Соловецкого архипелага.

Подбор пробных площадей определялся целями исследования. При выборе пробных площадей для изучения структуры и состояния насаждений подбирались биоценозы типов леса в наибольшей степени представленные в той или иной части архипелага. Для изучения воздействия рекреации на почвенный покров и лесную подстилку обращалось внимание на однородность таксационных показателей древостоя и условий местопроизрастания. В данном случае исследования проводились на пробных площадях в ельниках черничниках (ПП 14-17, 31-32, 38-39, 41-42) и сосняках зеленомошниках (черничных и брусничных типах леса) (ПП 11-13, 40, 48), как наиболее распространенных на территории островов (ельники черничники занимают 37,4% лесопокрытой площади, сосняки зеленомошники – 24,0%).

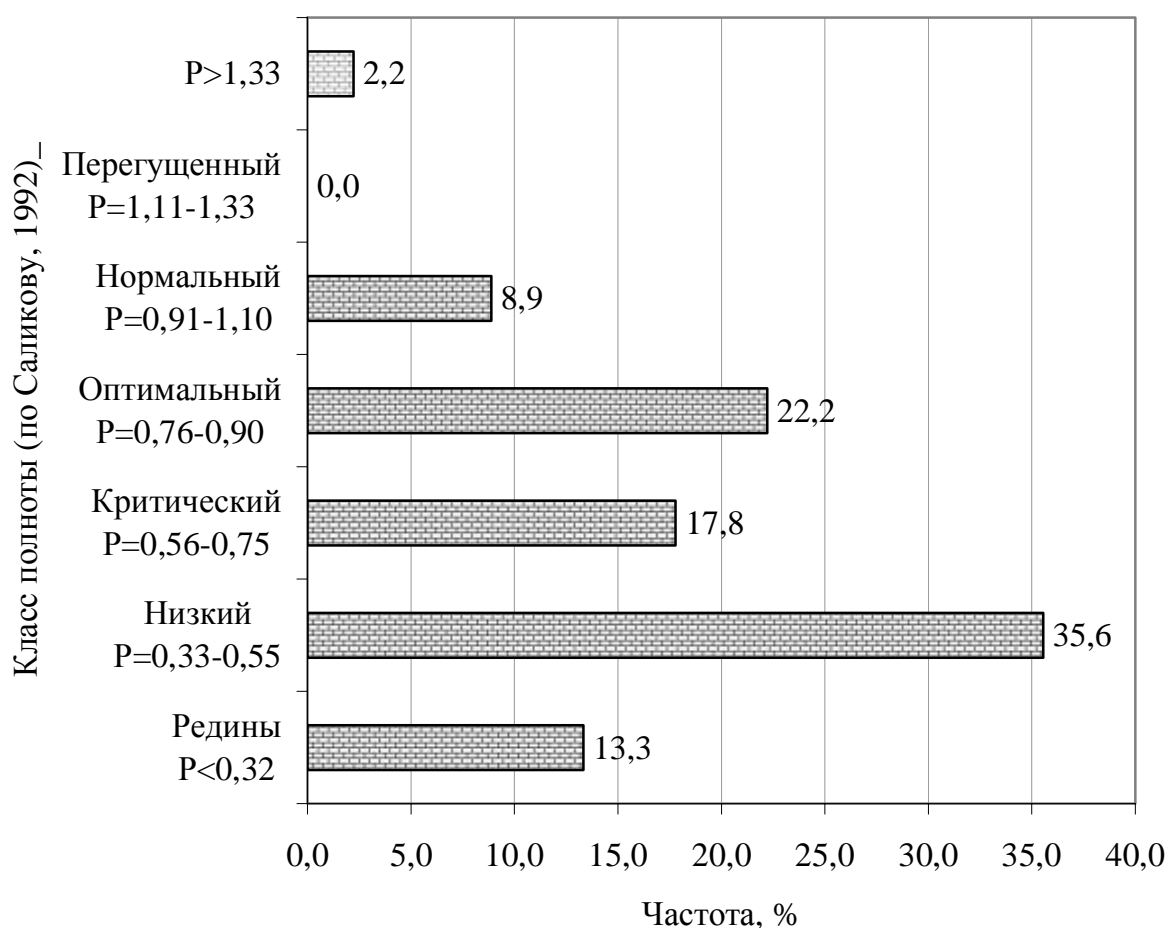


Рисунок 3.2. Распределение древостоев на пробных площадях по классам полнот (по Саликову, 1992).

Лесоводственно-таксационная характеристика исследованных лесных сообществ приведена в таблице 3.2. Среди них доминируют леса черничного типа (34 из 48 пробных площадей). Представленные насаждения, в основном, смешанные по составу, что не типично для материковых коренных таежных древостоев. Их средний возраст колеблется от 17 до 265 лет, при этом 61,4% древостоев имеют возраст выше 101 года (спелые и перестойные). Средневозрастные фитоценозы на наших пробных площадях составляют 27,3%. Полнота 2/3 насаждений находится в пределах от 0,33 до 0,90, хотя встречаются древостои более низких и высоких значений полноты (рис. 3.2). Насаждения в основном низкопродуктивные – V-Va классов бонитета. Их запас (рис. 3.3) изменяется от 9 м³ (приморский березняк черничник) до 300 м³ (ельник черничник). При этом преобладают насаждения с запасом 26-125 м³ на га (60% пробных площадей).

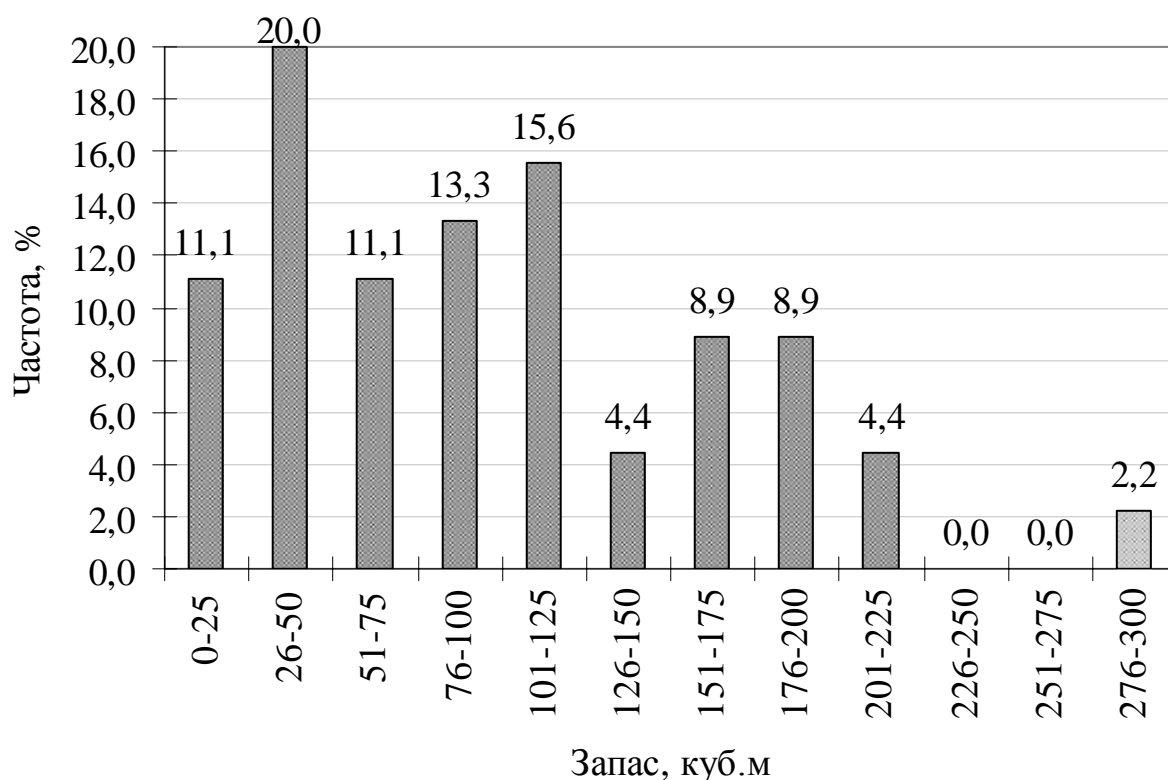


Рисунок 3.3. Распределение древостоев на пробных площадях по запасу.

Таблица 3.2. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях № 1-48.

№ ПП	Тип леса	Состав	Порода	Средний диаметр, см.	Средняя высота, м.	Абс. полнота, кв.м/га	Относит. полнота	Возраст, лет	Бонитет	Запас, куб.м./га
1	С чер	7С3Е+Б, ОС	С	17,2	10,9	7,2	0,29	106	Va	42
			Е	15,1	10,6	3,8	0,18			22
			Б	9,3	7,7	0,4	0,03			2
			ОС	10,2	12,4	0,3	0,01			2
					11,7	0,51			68	
2	С чер	6С2Б2Е	С	17,5	17,5	14,5	0,44	86	IV	123
			Б	16,2	18,6	5,8	0,20			52
			Е	16,7	16,7	4,0	0,13			33
					24,3	0,77			209	
3	С чер	5С4Е1Б	С	16,5	13,3	8,5	0,30	106	V	58
			Е	16,2	12,6	6,1	0,25			41
			Б	13,4	12,9	1,2	0,05			8
					15,8	0,61			107	
4	С чер	5С4Е1Б ед. ОС	С	23,6	16,0	9,6	0,31	122	V	76
			Е	19,4	16,2	7,6	0,25			62
			Б	14,3	14,7	1,3	0,05			10
			ОС	8,8	-	0,1	-			-
					18,6	0,61			148	
5	С чер	7С2Е1ОС+Б	С	22,2	10,5	16,3	0,68	121	Va	93
			Е	14,6	8,8	4,4	0,24			22
			Б	13,0	6,4	0,9	0,07			3
			ОС	11,1	10,4	1,2	0,04			7
					22,8	1,03			125	
6	Е чер	6Е2Б2ОС+С	Е	17,9	16,2	13,6	0,45	136	V	111
			Б	19,2	17,2	4,9	0,18			41
			ОС	28,2	22,0	4,0	0,14			56
			С	40,0	23,5	0,7	0,02			8
					23,2	0,79			216	
7	Е чер	7Е2Б1ОС	Е	19,7	12,9	12,3	0,49	80	V	83
			Б	15,4	-	4,4	-			-
			ОС	17,1	-	1,5	-			-
					18,2	0,49			83	
8	Е чер	7Е1ОС1С1Б	Е	21,1	16,2	15,7	0,52	134	V	128
			Б	14,0	12,6	2,1	0,09			14
			ОС	16,9	16,6	2,7	0,09			25
			С	29,4	21,2	2,0	0,05			20
					22,5	0,76			187	

№ ПП	Тип леса	Состав	Порода	Средний диаметр, см.	Средняя высота, м.	Абс. полнота, кв.м/га	Относит. полнота	Возраст, лет	Бонитет	Запас, куб.м./га	
9	Е чер	8Е1Б1ОС	Е Б ОС	23,4	18,5	24,1	0,71	114	IV	220	
				18,8	18,3	4,8	0,17			42	
				17,7	18,9	3,5	0,12			38	
						32,4	1,00			300	
10	Е чер	9Е1Б+ОС	Е Б ОС	21,8	16,2	20,9	0,69	176	V	171	
				16,5	11,7	2,0	0,10			12	
				16,3	14,8	0,9	0,03			7	
						23,8	0,82			190	
11	С бр	9С1Б	С Б	22,5	15,2	22,5	0,74	100	V	171	
				-	-	3,5	-			130	-
						26,0	0,74			171	
12	С бр	10С+Б	С Б	19,5	15,6	25,0	0,81	100	V	194	
				-	-	1,0	-			130	-
						26,0	0,81			194	
13	С бр (ворон-бр)	5С3Е2Б	С Е Б	25,9	9,9	3,5	0,15	120	Va	19	
				18,0	11,0	2,5	0,11			190	15
				15,1	7,3	1,5	0,11			120	7
						7,5	0,37			41	
14	Е чер	8Е2Б+ОС	Е Б ОС	14,9	11,3	15,2	0,68	150	Va	93	
				16,1	10,5	3,1	0,16			130	18
				-	-	0,9	-			110	-
						19,2	0,84			110	
15	Е чер	6Е2Б2ОС ед. С	Е Б ОС С	16,2	12,2	15,1	0,63	140	Va	98	
				13,4	10,9	4,8	0,24			140	28
				20,8	17,7	3,6	0,12			110	36
				-	-	0,2	-			-	-
						23,7	0,90			162	
16	Е чер	6Е2Б2ОС	Е Б ОС	17,6	15,4	12,7	0,44	160	V	100	
				16,2	11,2	5,7	0,28			150	34
				34,1	19,3	3,5	0,12			150	39
						21,9	0,80			173	
17	Е чер	7Е2Б1ОС ед. С	Е Б ОС С	15,6	10,2	16,1	0,78	200	Va	91	
				13,7	11,9	3,3	0,16			200	21
				20,3	-	2,7	-			-	-
				-	-	0,1	-			-	-
						22,2	0,93			112	
18	Б чер	10Б	Б	11,8	5,4	15,0	1,36	63	Va	49	
19		приморский луг		-	-	-	-			-	

№ ПП	Тип леса	Состав	Порода	Средний диаметр, см.	Средняя высота, м.	Абс. полнота, кв.м/га	Относит. полнота	Возраст, лет	Бонитет	Запас, куб.м./га
20		тундровая пустошь		-	-	-	-			-
21	Е чер	4Е6Б	Е	18,3	10,9	3,0	0,14	70	V	18
			Б	14,7	7,1	5,0	0,36	43		21
						8,0	0,50			39
22	Е чер	5Е5Б+ОС	Е	13,7	10,3	6,0	0,29	70	V	34
			Б	-	-	6,0	-	43		-
						12,0	0,29			34
23	Е бр (чер.-бр.)	3Е3С2Б2ОС	Е	30,6	12,5	4,8	0,18	112	Va	31
			С	18,5	10,1	5,4	0,26	134	Va	30
			Б	14,0	10,5	4,0	0,21	60	IV	23
			ОС	13,3	9,4	4,0	0,15			20
						18,2	0,80			105
24	Б бр (ворон-бр)	8Б2Е	Е	-	-	2,0	-	112		-
			Б	12,4	5,8	7,9	0,67	60	Va	28
						9,9	0,67			28
25	С бр (ворон-бр)	4С6Б	С	9,7	3,7	1,0	0,07		Va	2
			Б	-	-	1,5	-	41		-
						2,5	0,07			2
26	Б чер (черн-бр)	10Б	Б	8,5	4,1	3,6	0,42	52	Va	8
27	Б бр (ворон-бр)	10Б	Б	4,2	2,6	4,3	0,75	52	Va	1
28	Е чер	3Е6Б+ОС ед. С	Е	43,0	16,9	3,8	0,12	152	V	32
			С	25,4	12,9	0,4	0,01	145	Va	3
			Б	35,8	14,0	7,0	0,29			50
			ОС	13,9	11,2	0,6	0,02	54	IV	4
			ИВ	21,1	15,5	-	-			-
						11,8	0,45			88
29	ОС разнотравн.	10ОС ед. Б	ОС	22,1	15,5	22,8	0,76	60	III	193
			Б	-	-	0,3	-			-
						23,1	0,76			193
30	С чер (чер-бр)	10С скруч. (лесные культуры)	С скруч	6,8	5,3	4,7	0,30	17	III	16
			С об	6,6	4,4	4,4	0,30	17	IV	13
31	Е чер	4Е4Б2ОС	Е	26,3	13,1	2,3	0,09	90	V	16
			Б	18,0	9,4	2,0	0,11	75		11

№ ПП	Тип леса	Состав	Порода	Средний диаметр, см.	Средняя высота, м.	Абс. полнота, кв.м/га	Относит. полнота	Возраст, лет	Бонитет	Запас, куб.м./га
			ОС	17,6	8,9	0,8	-	75		-
						5,1	0,20			26
32	Е чер	3Е4Б3ОС+С	Е	18,7	10,9	2,2	0,10	80	V	13
			Б	15,6	8,1	2,8	0,18	80		13
			ОС	16,8	11,8	1,9	0,07	80		12
			С	24,4	15,5	0,3	0,01	80		-
					7,2	0,36			38	
33	С МОХ.-ЛИШ.	6С4С ед. Е	С	48,1	10,0	7,4	0,32	188	Va	41
			С	20,7	18,3	4,4	0,13	73		39
			Е	-	-	0,2	-			-
					12,0	0,45			80	
34	С чер	7С2Е1Б	С	20,9	15,5	14,5	0,47	74	IV	112
			Е	25,6	18,7	4,0	0,12			37
			Б	16,2	13,5	2,8	0,12			19
					21,3	0,71			168	
35	Е чер	9Е1Б	Е	24,8	15,7	11,5	0,39	131	V	91
			Б	-	-	0,8	-			-
					12,3	0,39			91	
36	Черн	Посадки: Лиственницы Кедр Лжетсуга Сосна Ель	Лц	20,7	18,9	-	-	80	III	-
			К	15,8	16,8	-	-	80	IV	-
			Лж	27,0	18,8	-	-	80	III	-
			С	16,8	18,5	-	-	80	III	-
			Е	17,1	17,7	-	-	80	III	-
37	С чер	9С1Е	С	34,7	15,2			265	V	
			Е	-	-	-				
38	Е чер	6Е2С2Б+ОС	Е	22,1	14,1	9,3	0,35	150	V	68
			Б	15,4	11,1	2,5	0,12			15
			С	25,6	14,8	2,7	0,09			20
			ОС	-	-	0,5	-			-
					15,0	0,56			103	
39	Е чер	8Е2Б+С	Е	20,4	10,1	7,1	0,35	120	Va	40
			Б	18,8	7,6	2,1	0,14			9
			С	-	-	0,7	-			-
					9,9	0,49			49	
40	С чер	9С1Б+ОС	С	20,1	11,1	11,4	0,46	50	IV	68
			Б	-	-	0,8	-			-
			ОС	-	-	0,3	-			-

№ ПП	Тип леса	Состав	Порода	Средний диаметр, см.	Средняя высота, м.	Абс. полнота, кв.м/га	Относит. полнота	Возраст, лет	Бонитет	Запас, куб.м./га
						12,5	0,46			68
41	Б чер	6Б3ОС1Е+С	Б	14,5	9,8	13,5	0,74	70 120	Va	74
			ОС	22,2	15,4	6,0	0,20		50	
			Е	18,3	9,6	3,0	0,15		16	
			С	-	-	1,0	-		-	
						23,5	1,09			140
42	Е чер	5Е2Б2ОС1С	Е	23,2	12,6	7,7	0,31	140	Va	51
			Б	16,4	10,8	3,3	0,17	90		19
			ОС	20,4	11,2	3,5	0,12	80		21
			С	31,0	14,8	1,7	0,06			13
						16,2	0,66			104
43	С чер	9С1Е	С	45,8	15,7	12,6	0,41	240	V	98
			Е	-	-	2,2	-			-
						14,8	0,41			98
44	Е чер	8Е2Б	Е	14,8	10,6	9,0	0,42	134	Va	52
			Б	10,0	7,3	1,8	0,13			8
						10,8	0,55			60
45	С МОХ-ЛИШ	10С	С	36,5	12,8	12,8	0,47	139	Va	85
46	С куст.-сф.	10С	С	22,2	9,7	6,8	0,30	203	Va	37
47	Е чер	5Е5Б+С	Е	14,5	10,0	5,5	0,27	75	Va	31
			Б	14,3	9,3	4,9	0,28			26
			С	-	-	0,3	-			-
						10,7	0,55			56
48	С чер	7С3Е+Б	С	30,7	11,7	9,1	0,35	180	Va	56
			Е	19,0	10,5	3,1	0,15	110		18
			Б	-	-	0,4	-			-
						12,6	0,50			74

Естественное возобновление на пробных площадях ельников и сосняков черничников (ПП 1-10) представлено сосной и елью, березой и осинкой (Приложение 2). Густота подроста в сосняках черничниках (ПП 1-5) колеблется от 7000 до 14800 шт/ га, в ельниках черничниках (ПП 6-10) от 3200 до 7600 шт/ га.

Подлесочными породами в ельниках и сосняках черничниках (ПП 1-10) являются рябина и можжевельник (Приложение 3). Характер распределения разнится в зависимости от площади. Состояние его, как правило, нормальное.

На пробных площадях, закладываемых с целью изучения структуры и состояния насаждений, видовой состав напочвенного покрова травяно-кустарничкового яруса включает 45 видов, мохово-лишайникового - 23 вида (Приложение 4, 5). На пробных площадях, закладываемых с целью изучения воздействия рекреации, видовой состав напочвенного покрова в ельниках черничниках травяно-кустарничкового яруса включает 44 вида, мохово-лишайникового - 22 вида (Приложение 6, 7), в сосняках зеленомошниках травяно-кустарничковый ярус включает 14 видов, мохово-лишайниковый - 9 видов (Приложение 8). Более подробный анализ видового состава проводится в соответствующих разделах.

3.3. Объем выполненных работ.

Всего за время проведения исследований было заложено 48 пробных площадей. Высота измерена у 1040 деревьев, диаметр – у 3295 деревьев. На предмет санитарного состояния исследовано 2524 дерева. У 660 деревьев были учтены механические повреждения. Сделано 29981 замеров ширины годичного кольца. Изучен подрост и подлесок на 100 площадках по 10 м². С целью изучения состояния напочвенного покрова заложено 629 учётных площадок. У 2675 растений была измерена высота. Для изучения твердости верхних слоев почвы было сделано 2989 замеров, для определения толщины было сделано 639 измерений.

Разработанная в соответствии с современными требованиями методика исследований и объем выполненных работ позволили получить достоверные результаты, провести анализ и сделать соответствующие выводы.

4. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА.

4.1. Возрастная структура сосняков и ельников черничников.

Возрастная структура древостоев в значительной степени определяет морфологическое строение лесных сообществ и отражает условия и историю их формирования и развития (Комин, 2003). Г.Ф. Морозов (1949) считал, что возрастная структура имеет большое значение в жизни и биологической устойчивости лесных сообществ.

Изучение возрастной структуры и санитарного состояния древостоев Соловецкого архипелага проводилось нами в сосняках и ельниках черничниках как наиболее представленных на территории островов (13,1 и 37,4% соответственно).

Средний возраст сосновых древостоев черничного типа леса на пробных площадях (ПП 1-5) колеблется от $86,4 \pm 4,31$ до $122,1 \pm 14,68$ лет, в среднем он составляет 108,2 года (табл. 4.1, рис. 4.1). Это позволяет их отнести к группе приспевающих и спелых насаждений. При этом последних – большинство.

Изменчивость сосны по возрасту колеблется от 22 до 55% и в среднем составляет 37,9%. Это выше, чем в сосновых молодняках Кольской лесорастительной области, где эти значения меняются от 7,6 до 28,4% (Цветков, 2002). Подобный уровень изменчивости возраста и растянутость возрастных рядов на большинстве пробных площадей на 120 (пп 5) – 200 (пп 4) лет позволяет их отнести к разновозрастным древостоям (Гусев, 2000).

При этом для большинства насаждений можно выделить отдельные возрастные поколения. Например, на 3 пробной площади – от 41 до 110 лет (57,1%) и от 111 до 180 лет (38,1%); на 4 пробной площади – от 21 до 80 лет (42,8% деревьев) и от 141 до 220 лет (52,3% деревьев); на 5 пробной площади – от 61 до 100 лет (41,1% деревьев) и от 101 до 180 лет (58,9% деревьев).

Таблица 4.1. Возрастная структура сосняков черничников на пробных площадях.

Возраст, лет	Количество деревьев, %					
	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	Среднее
21 – 40	5,0			19,0		4,8
41 – 60	15,0	15,0	4,8	4,8		7,9
61 – 80	5,0	20,0	28,6	19,0	23,5	19,2
81 – 100	20,0	40,0	19,0		17,6	19,3
101 – 120	10,0	25,0	9,5	4,8	6,0	11,0
121 – 140	25,0		19,0		11,8	11,2
141 – 160	10,0		9,5	9,5	17,6	9,3
161 – 180	10,0		4,8	14,3	23,5	10,5
181 – 200				19,0		3,8
201 – 220			4,8	9,5		2,9
Средний возраст, лет	105,8 ±9,51	86,4 ±4,31	105,9 ±8,43	122,1 ±14,68	120,9 ±10,39	108,2
Изменчи- вость, %	40,2	22,3	36,5	55,1	35,4	37,9

Насаждения пробных площадей 1, 3 и 5 являются циклично разновозрастными (Комин, 1963, Комин, 2003), в возрастных рядах распределения деревьев наблюдается несколько максимумов (2-3). Древостой пробной площади 4 относится к ступенчато разновозрастным, он образован двумя резко обособленными поколениями. Причиной такого строения часто служат беглые низовые пожары, которые периодически вызывают гибель подроста, а иногда части древостоя, вследствие чего в ряду распределения числа деревьев по возрасту образуются разрывы. А на 2 пробной площади сосняки черничники представлены условно разновозрастным древостоем, с колебанием возраста в 40 лет. Оно, по сравнению с остальными древостоями, более молодое и образовано, вероятно, в результате растянутого процесса

формирования на освобожденной от леса площади после вырубki или пожара. Для данного насаждения характерно наличие одного возрастного поколения.

Подобные условно разновозрастные и разновозрастные насаждения не характерны для Европейского Севера, где в черничных типах леса обычно доминируют одновозрастные сосняки (Левин, 1966).



Рисунок 4.1. На Соловках встречаются сосны 300 и более лет.

В целом на пробных площадях представлены деревья от 20 до 220 лет, при этом преобладают деревья 61-100 лет (38,5% от общего числа), что возможно связано с практиковавшимися в 20-30-е годы XX столетия (во время функционирования лагеря) интенсивными выборочными рубками.

Средний возраст еловых древостоев черничного типа леса на представленных пробных площадях (пп 6-10) колеблется от $80,0 \pm 5,77$ до $175,6 \pm 14,10$ лет, в среднем он составляет 127,9 лет (табл. 4.2). Это позволяет их отнести к приспевающим, спелым и перестойным насаждениям. При этом так же, как и в сосняках, спелые древостои доминируют.

Изменчивость ели по возрасту на пробных площадях колеблется от 16 до 35 % и в среднем составляет 29,1%. Это соотносится с данными Гусева (1978) по разновозрастным ельникам Севера (22-44%) и Ярославцева (1999) по притундровым ельникам Крайнего Севера – 28%. В тоже время это ниже, чем по данным Семенова (1995) для притундровых ельников черничников – 48-50%, но выше, чем для притундровых ельников Печорского бассейна – 9,3-17,1% (Манов, 2009).

Подобный уровень возрастной изменчивости и колебание возраста деревьев на пробных площадях от 100 (пп 7) до 180 (пп 10) лет позволяет эти древостои относить к разновозрастным. При этом на 8 и 10 пробной площади выделяются по два обособленных возрастных поколения: от 61 до 100 лет (35,3% деревьев) и от 141 до 200 лет (64,7% деревьев), от 81 до 160 лет (52,6% деревьев) и от 181 до 260 лет (47,4% деревьев) соответственно, что позволяет данные древостои отнести к ступенчато разновозрастным. На 9 пробной площади для возрастного ряда распределения деревьев выявлены два максимума без каких-либо выпадений возрастных классов, что характерно для циклично разновозрастного древостоя. Для остальных ельников свойственно возрастное распределение деревьев близкое к нормальному.

Таблица 4.2. Возрастная структура ельников черничников на пробных площадях.

Возраст, лет	Количество деревьев, %					
	ПП 6	ПП 7	ПП 8	ПП 9	ПП 10	Среднее
41 - 60		25,0				5,0
61 - 80		35,0	23,5	17,0		15,1
81 - 100		15,0	11,8	6,0	5,3	7,6
101 - 120	20,0	15,0		23,0	26,3	16,9
121 - 140	50,0	10,0		22,0	10,5	18,5
141 - 160	20,0		29,4	17,0	10,5	15,4
161 - 180	5,0		29,4	11,0		9,1
181 - 200			5,9	4,0	5,3	3,0
201 - 220	5,0				5,3	2,1
221 - 240					10,5	2,1
241 - 260					26,3	5,3
Средний возраст, лет	136,2 ±4,85	80,0 ±5,77	133,8 ±10,61	114,0 ±3,37	175,6 ±14,10	127,9
Изменчи- вость, %	15,9	32,3	32,7	29,9	35,0	29,1

Такие разновозрастные еловые насаждения по данным Гусева (1978) составляют всего 24% от насаждений северной подзоны тайги, где на 65% площади преобладают условно разновозрастные.

В целом на данных пробных площадях встречаются деревья от 40 до 260 лет, при этом преобладают деревья 101-160 лет (50,8% от общего числа).

При сопоставлении данных по соснякам и ельникам черничникам на Соловках оказалось, что средний возраст еловых древостоев несколько выше, чем сосновых (127,9 и 108,2 лет соответственно). Сравнение полученных данных по возрастной структуре сосны и ели со средним возрастом, указанным в лесоустроительных материалах 2003 года (табл. 4.3), позволяет

констатировать, что там он завышен в среднем на $32,9 \pm 5,70$ лет, при t_1 больше табличного.

Таблица 4.3. Возраст насаждений на пп 1-10 по различным данным.

№ пп	№ кв.	№ выд.	Тип леса	Средний возраст, лет		
				По лесоустр. данным	По данным наших исследований	Превышение лесоустр. данных
1	153	18	С ЧЕР	101	106	-5
2	126	24	С ЧЕР	95	86	9
3	140	5	С ЧЕР	138	106	32
4	130	39	С ЧЕР	170	122	48
5	157	4	С ЧЕР	180	121	59
6	136	51	Е ЧЕР	154	136	18
7	153	13	Е ЧЕР	132	80	52
8	130	33	Е ЧЕР	170	134	36
9	148	5	Е ЧЕР	180	114	66
10	157	8	Е ЧЕР	190	176	14

Возрастная амплитуда на пробных площадях в сосняках колеблется от 80 до 200 лет, при общей изменчивости возраста от 22 до 55% (в среднем составляет 37,9%), а в ельниках от 100 до 180 лет, при изменчивости от 16 до 35% (в среднем составляет 29,1%). Это позволяет утверждать, что возрастная структура сосняков на Соловецких островах более разнообразная, чем у ельников и, в отдельных случаях отличается более высокой растянутости возрастных рядов. Следует здесь также отметить, что деревья сосны достигают высоты 1,3 м практически в одном возрасте $14,3 \pm 2,55$ лет, а ели – $14,3 \pm 2,92$ лет.

4.2. Санитарное состояние древостоев сосняков и ельников черничников.

В древостоях сосняков черничного типа леса (рис. 4.2) преобладают здоровые (без признаков ослабления) деревья сосны (на пробных площадях их численность составляет 88,8-99,0%, в среднем 95,5%).

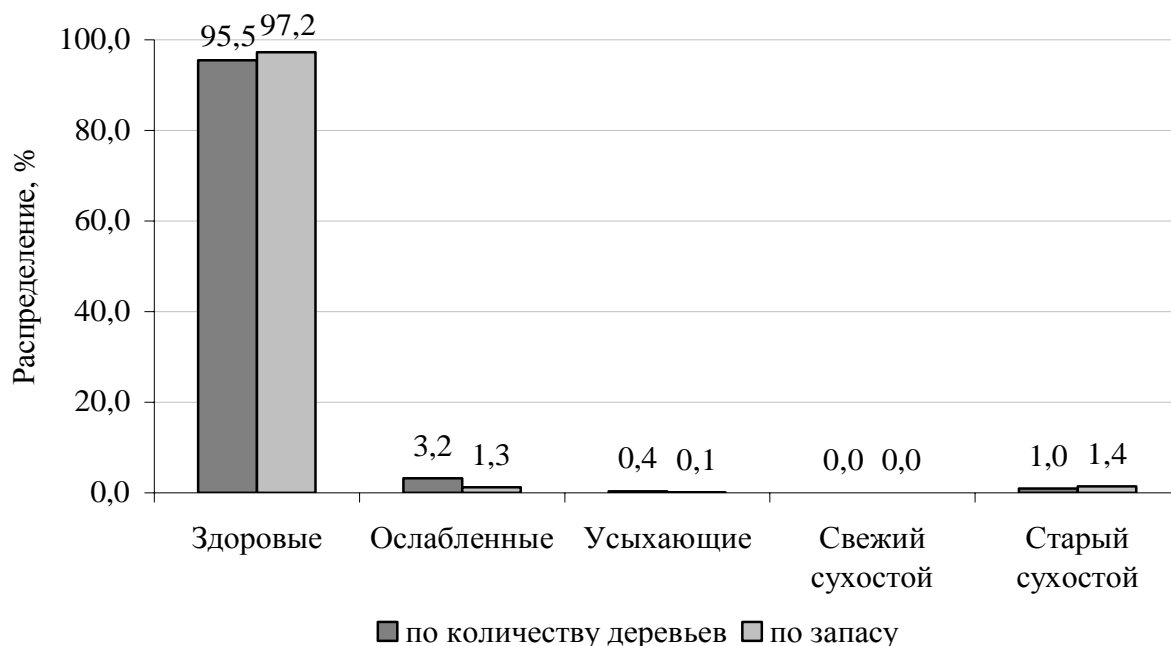


Рисунок 4.2. Соотношение количества и запаса деревьев сосны различных категорий санитарного состояния.

Это значительно выше, чем в аналогичных насаждениях пригородных лесов г. Архангельска на 2 стадии дигрессии – 69% здоровых деревьев (Прыгов, 2001). В тоже время это соответствует данным Козобродова (1992) по соснякам черничникам зеленой зоны г. Мурманска – 94%. В тоже время по результатам обследования санитарного состояния хвойных древостоев при лесоустройстве 2003 года на Соловках наблюдалось только 81,8% здоровых деревьев сосны (Ипатов и др., 2005б).

Ослабленные деревья в сосняках черничниках в среднем составляют 3,2%, 1% деревьев представлены старым сухостоем (рис. 4.3) и 0,4% - это усыхающие деревья.



Рисунок 4.3. Сухостойная сосна на Соловках.

Процент по запасу здоровых деревьев (97,2%) выше, чем по количеству (95,5%). А процент по запасу ослабленных и усыхающих деревьев ниже (1,3 и 0,1% против 3,2 и 0,4% соответственно). Это говорит о том, что последние две категории представлены отставшими в росте и развитии деревьями. Более высокий процент по запасу (1,0%), чем по количеству старого сухостоя (1,4%), видимо, связан с отпадом деревьев данной категории с более низким диаметром.

Полученные нами результаты говорят о том, что сосняки черничники на Соловках здоровы, устойчивы и в них практически отсутствует распад древостоя.

В древостоях ельников черничного типа леса (рис. 4.4) также как и в сосняках преобладают здоровые (без признаков ослабления) деревья ели (на пробных площадях их численность составляет 92,0-98,0%, в среднем 94,8%).

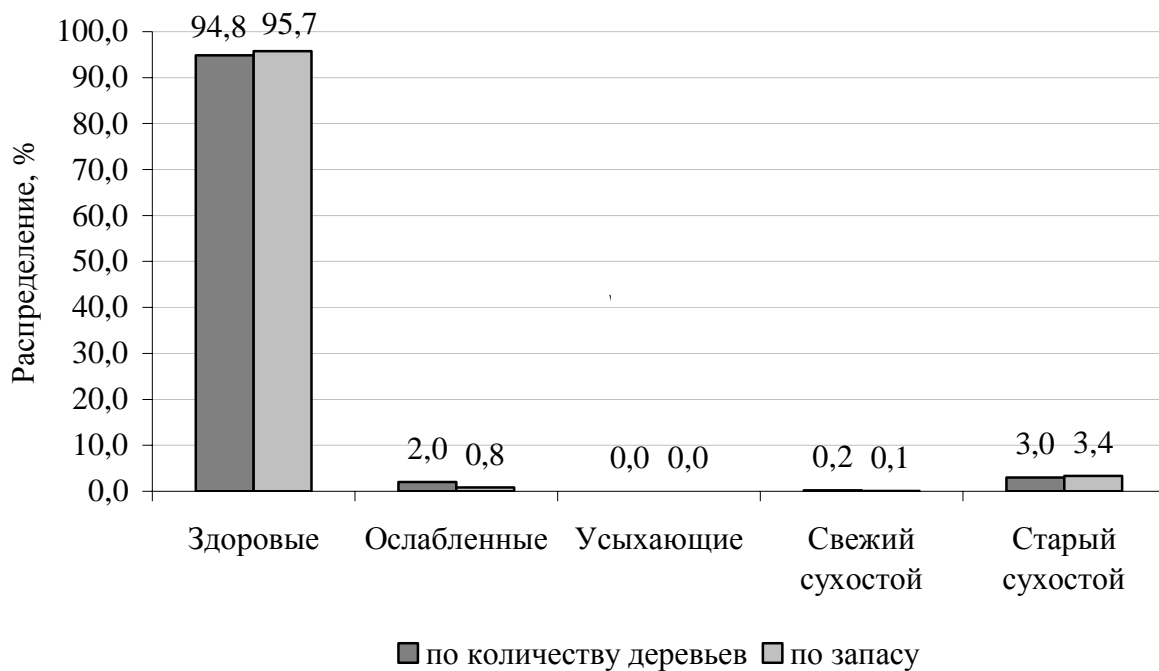


Рисунок 4.4. Соотношение количества и запаса деревьев ели различных категорий санитарного состояния.

Это выше, чем в северотаежных ельниках пригородных лесов г. Архангельска на 1 стадии дигрессии – 75% (Гласова, 2006). В тоже время по результатам обследования санитарного состояния хвойных древостоев при лесоустройстве 2003 года на Соловках наблюдается только 70,4% здоровых деревьев ели (Ипатов и др., 2005б).

В среднем всего 3,0% деревьев ели представлены старым сухостоем, 2,0% - это ослабленные деревья, 0,2% - свежий сухостой.

Процент по запасу здоровых деревьев (95,7%) выше, чем по количеству (94,8%). А процент по запасу ослабленных деревьев и свежего сухостоя ниже

(0,8 и 0,1% против 2,0 и 0,2% соответственно). Это говорит о том, что последние две категории представлены отставшими в росте и развитии деревьями. Более высокий процент по запасу (3,4%), чем по количеству старого сухостоя (3,0%), видимо, связан с отпадом деревьев данной категории с более низким диаметром.

Полученные нами результаты говорят о том, что ельники черничники на Соловках здоровы, устойчивы и в них практически отсутствует распад древостоя.

Сопоставление данных по соснякам и ельникам черничникам выявило лишь незначительные отличия в санитарном состоянии, не позволяющие утверждать о более устойчивом (здоровом) состоянии древостоев той или иной породы.

4.3. Изменчивость диаметра и высоты основных лесообразующих пород.

Средний диаметр и высота - важнейшие таксационные показатели древостоев, используемые для решения различных практических задач (Гусев, 2000). В пределах древостоев основных лесообразующих пород Соловецкого архипелага они обладают значительной степенью варьирования (рис. 4.5).

Средний диаметр сосновых древостоев колеблется от $6,6 \pm 0,30$ до $45,8 \pm 2,51$ см, изменчивость составляет 41,8%. У еловых – от $13,7 \pm 2,42$ до $43,2 \pm 4,74$ см, коэффициент изменчивости равен 37,5%. У березовых – от $8,6 \pm 1,16$ до $35,8 \pm 9,37$ см, изменчивость – 35,6%. У осиновых – от $8,8 \pm 0,80$ до $34,0 \pm 1,67$ см и 36,0% соответственно. Наибольшей степенью изменчивости по диаметру обладает сосна, наименьшей – береза и осина. Промежуточное положение занимают ель. В целом изменчивость диаметра основных лесообразующих пород на территории Соловецкого архипелага по Тюрину (1961) большая и выше, чем по высоте.

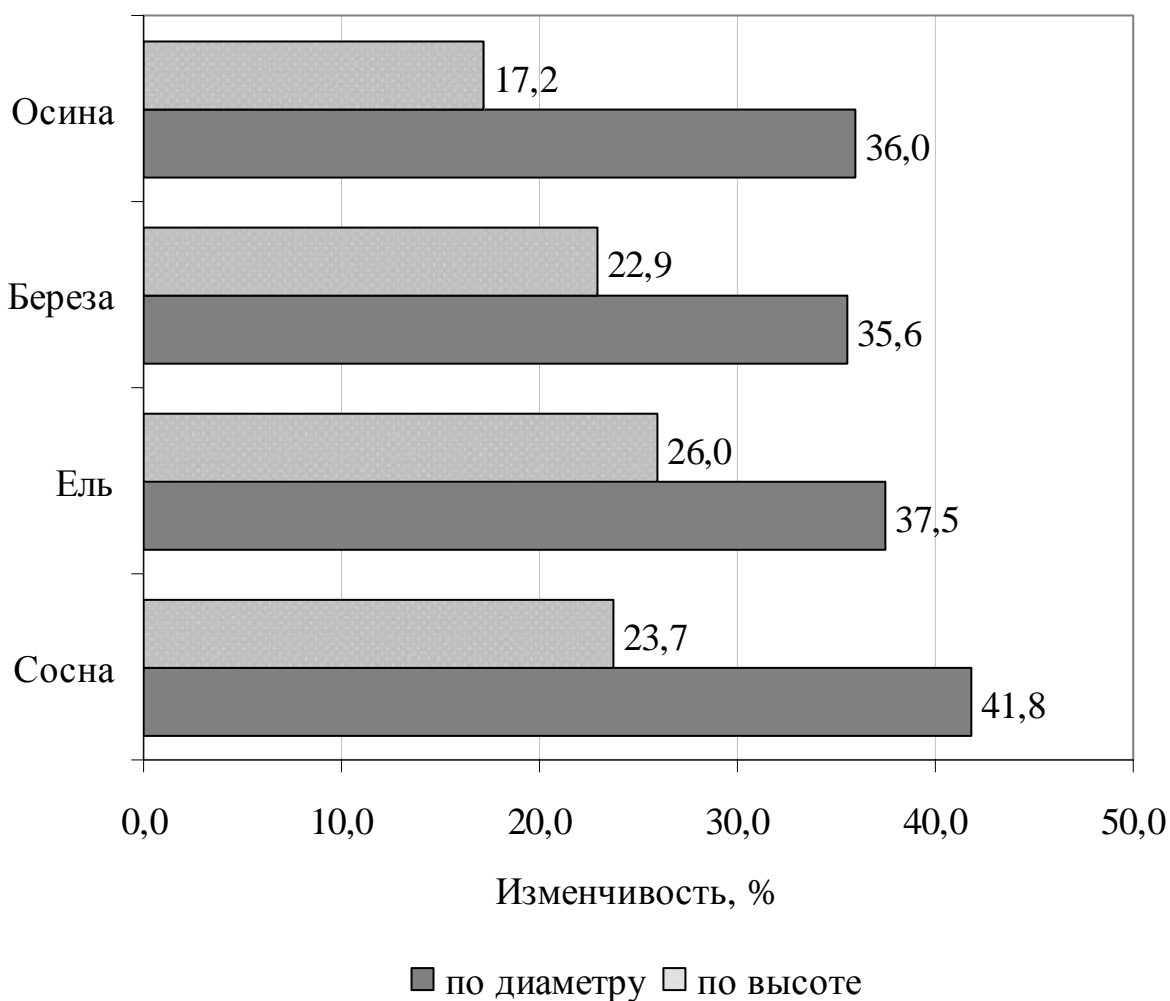


Рисунок 4.5. Изменчивость по диаметру и высоте основных лесобразующих пород Соловецкого архипелага.

Средняя высота сосновых древостоев колеблется от $3,7 \pm 0,45$ до $19,0 \pm 1,30$ см, изменчивость составляет 23,7%. У еловых – от $8,4 \pm 0,51$ до $18,1 \pm 0,94$ см, коэффициент изменчивости равен 26,0%. У березовых – от $4,1 \pm 0,20$ до $18,9 \pm 2,23$ см, изменчивость – 22,9%. У осины – от $9,4 \pm 0,83$ до $20,2 \pm 0,73$ см и 17,2% соответственно. Наибольшей изменчивостью по высоте обладает ель, наименьшей осина. Промежуточное положение занимает сосна и береза. В целом изменчивость высоты основных лесобразующих пород на территории Соловецкого архипелага по Тюрину (1961) средняя.

Анализ представленных данных показал, что хвойные породы имеют большую изменчивость, как по диаметру, так и по высоте.

Изменчивость сосны по диаметру для Соловецких островов (41,8%) значительно выше, чем аналогичная для Архангельской области (рис. 4.6) – 19,5-29,8% (Соколов, Бахтин, 2001), но ниже, чем для молодняков Кольской лесорастительной области – 53,1-76,2% (Цветков, 2002). Изменчивость сосны по высоте для Соловков (23,7%) находится в пределах колебания изменчивости молодняков Кольской лесорастительной области (18,8-55,5%).

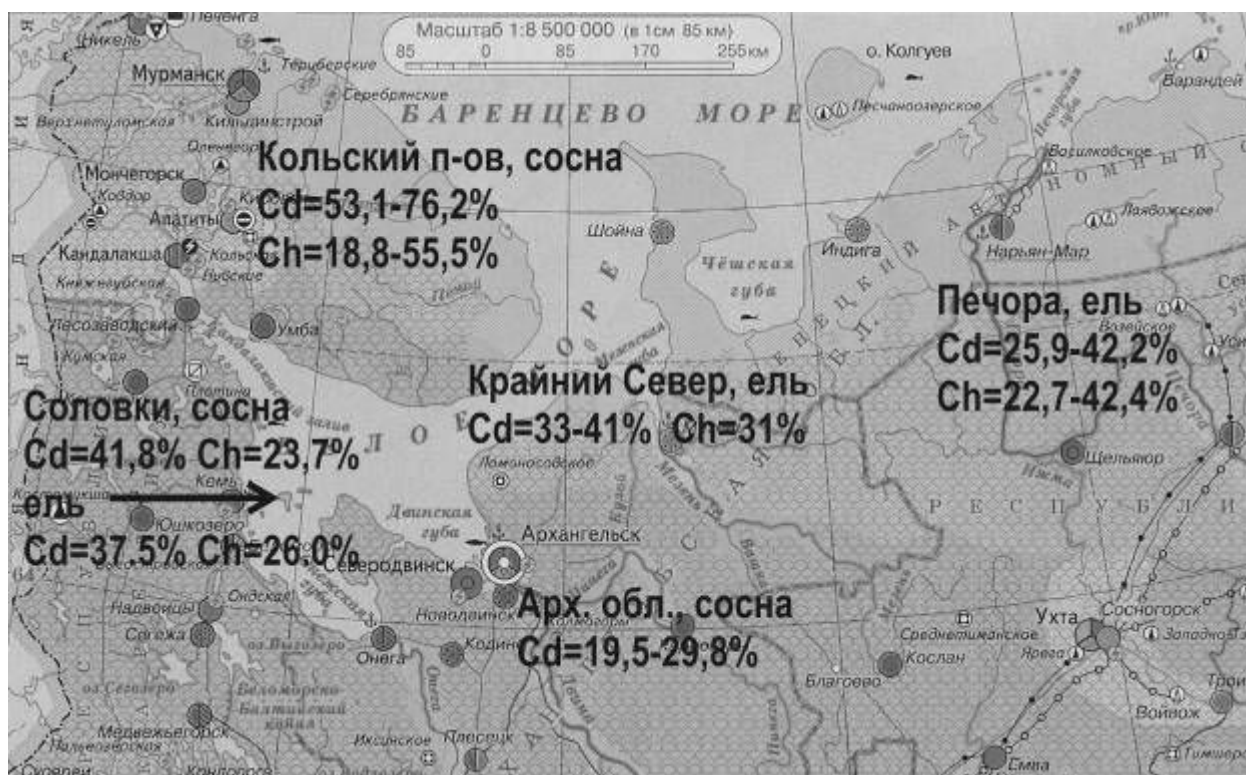


Рисунок 4.6. Значения изменчивости диаметров и высоты хвойных пород в различных районах Европейского Севера.

Коэффициент варьирования диаметров ели (37,5%) находится в пределах изменчивости диаметров для притундровых ельников Крайнего Севера – 33-41% (Ярославцев, 1999) и Печерского бассейна – 25,9-42,2% (Манов, 2009). В тоже время изменчивость высоты ели (26%) меньше, чем средняя величина изменчивости высоты для притундровых ельников Крайнего Севера – 31% (Ярославцев, 1999), но находится в пределах колебания для притундровых ельников Печерского бассейна – 22,7-42,4% (Манов, 2009).

Теснота связи между диаметром и высотой на Соловках для сосны и березы – умеренная (коэффициент корреляции $r=0,36\pm 0,17$ и $r=0,44\pm 0,16$ соответственно), для ели – значительная ($r=0,51\pm 0,13$), а для осины – высокая ($r=0,77\pm 0,11$).

4.4. Относительная высота основных лесообразующих пород.

На Соловецких островах обращает на себя внимание изменение в пропорциях роста деревьев по высоте и диаметру по сравнению с материковыми насаждениями. При довольно больших диаметрах деревьев высота их составляет порядка 10-16 м (рис. 4.7). Это указывает на особенности ростовых процессов и вызывает сомнение в возможности применения здесь региональных таксационных справочных таблиц, таких как «Полевой справочник таксатора» (1971) и «Лесотаксационный справочник для северо-востока Европейской части СССР» (1986) и др.

Вследствие этого мы попытались изучить рост деревьев основных лесообразующих пород на Соловках по сравнению с материковыми насаждениями. В качестве критерия оценки роста мы использовали относительную высоту ($h, м / d, см$), которая является важным экологическим показателем, на который обращали внимание не только ученые прошлого (Морозов, 1949), но и современности (Соловьев, 2006). Ее можно использовать для оценки светолюбия, роста, развития и состояния древесных растений. Она рассматривается как важный классификационный признак деревьев и древостоев и как критерий устойчивости дерева к снеговым и ветровым нагрузкам.

Анализ относительных высот основных лесообразующих пород Соловков показал, что распределение их по ступеням подчиняется закону нормального распределения, о чем свидетельствуют соответствующие кривые (рис. 4.8). Наибольшее количество деревьев березы и сосны имеет относительную высоту 0,5, ели 0,6, а осины 0,7. Следовательно, наиболее

полнодревесные стволы на островах характерны для осины и ели, и соответственно для них наиболее сильны конкурентные отношения.



Рисунок 4.7. Одна из «соловецких» сосен, произрастающая на мысе Печак.

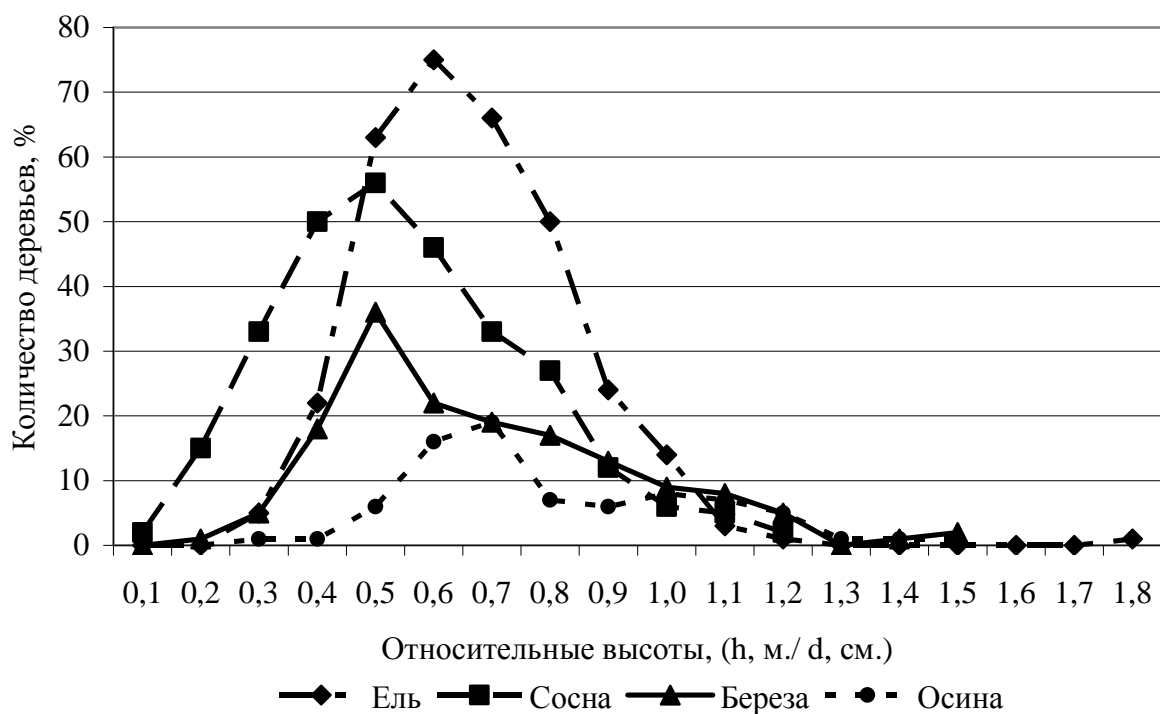


Рисунок 4.8. Распределение количества деревьев основных лесообразующих пород Соловецкого архипелага по ступеням относительной высоты.

Расчет средних значений относительной высоты (табл. 4.4) показал, что все они достоверны. Критерий Стьюдента расчетный (t_1) значительно больше табличного и колеблется для разных пород от 29 до 67. Средние значения относительной высоты меньше для хвойных пород и больше для лиственных. Наиболее высока относительная высота для осины. Она составляет 0,80, что свидетельствует о том, что на каждый сантиметр толщины высота увеличивается на 0,8 м. Это самая большая скорость роста деревьев на Соловецких островах. Самое низкое значение относительная высота принимает у сосны – 0,55, и соответственно у данной породы самая маленькая скорость роста на Соловках. Минимально значение относительной высоты отмечено для 188-летнего соснового древостоя на мысе Печак и составило 0,21 при средней высоте 10,0 м и диаметре 48,1 см (рис. 4.7).

Таблица 4.4. Относительная высота деревьев основных лесообразующих пород на Соловках

Порода	Среднее значение, М	Основная ошибка, m _М	Ср. квадр. отклонение, σ	Коеф. изм., С %	Точность опыта, Р %	Достоверность, t ₁
Сосна	0,55	0,01	0,21	38,9	2,3	43,6
Ель	0,66	0,01	0,18	26,9	1,5	67,0
Береза	0,69	0,02	0,25	37,1	3,0	33,6
Осина	0,80	0,03	0,24	30,3	3,4	29,3

Полученные результаты мы сравнили с темпами нарастания высоты в насаждениях на материке в северной подзоне тайги, для чего использовали «Полевой справочник таксатора» (1972) (табл.4.5).

Таблица 4.5. Значение относительных высот деревьев основных лесообразующих пород Соловков и северной подзоны тайги.

Порода	Относительная высота, (h, м/ d, см)		
	для Соловков		табличные (для северной тайги)
	фактический	в % от табличных	
Сосна	0,55	68,8	0,80
Ель	0,66	71,0	0,93
Береза	0,69	57,5	1,20
Осина	0,80	69,0	1,16

Оказалось, что относительные высоты основных лесообразующих пород Соловецких островов сильно отличаются от показателей, характерных для окружающих материковых лесов северной подзоны тайги. Они меньше чем в материковых насаждениях и составляют 58-71% от табличных. Наибольшие отличия присущи березе, наименьшие - для ели. Относительная высота последней на Соловках составляет 71 % от насаждений на материке.

Подобные отличия проявляются и в искусственных насаждениях. Так значение относительной высоты в культурах сосны 17 летнего возраста на Соловках составляет $0,70 \pm 0,02$, а в сосновых молодняках в Кольской лесорастительной области она колеблется от 0,99 до 1,30 (Цветков, 2002). В тоже время в загущенных посадках значения относительной высоты в связи с более интенсивным ростом в высоту могут изменяться (см. раздел 5.1).



Рисунок 4.9. Березовое криволестье на морском побережье.

Причинами снижения относительных высот и соответственно роста в высоту на Соловецких островах по сравнению с материковыми насаждениями, по-видимому, является более интенсивное ветровое воздействие, понижение температур вегетационного периода за счет охлаждающего действия Белого моря и преобладания ветров северных, северо-восточных направлений в этот период. Благодаря этому вблизи побережья моря образуются своеобразные формы растительности (рис. 4.9).

Таким образом, рост древесных пород в высоту на Соловецком архипелаге ослаблен, напряженность конкурентных отношений ниже. Имеющийся характер ростовых процессов приводит к снижению соотношения h/d или полндревесности стволов. Применение таблиц хода роста для определения запасов древесины или объемов стволов может привести к большим ошибкам в сторону завышения последних.

4.5. Прирост деревьев сосны и ели по диаметру.

У древесных растений ствол является осевым органом, выполняющим транспортную, механическую и запасующую функции (Загирова, 1999). Изменчивость величины текущего прироста ствола по диаметру отражает воздействие экологических и ценологических факторов (Звиедрис, Сацениекс, 1975; Ваганов, Терсков, 1977; Барзут, 1985; Щекалев, Тарханов, 2006).

На территории Соловецкого архипелага 82,2% сосновых и еловых древостоев имеют возраст свыше 100 лет (Ипатов и др. 2005б).

В рамках дендрохронологического исследования нами был выполнен анализ изменчивости индексов прироста (Матвеев, 2003) древостоев сосны и ели в 4 разных типах леса (ельнике и сосняке черничных, сосняках мохово-лишайниковом и кустарничково-сфагновом). Средний возраст данных древостоев колеблется от 100 до 200 лет, максимальный возраст отдельных деревьев составляет выше 200 лет (табл. 4.6).

Таблица 4.6. Тип леса, возраст деревьев и древостоев на пробных площадях.

№ ПП	Тип леса	Средний возраст древостоя, лет	Максимальный возраст отдельного дерева, лет
4	С чер	122,1	213
10	Е чер	174,2	252
45	С мох.-лиш.	138,9	214
46	С куст-сф.	172,6	281

С целью сопоставления данных анализировался 169-летний период прироста с 1826 по 1994 гг.

Изучение изменчивости индексов радиального прироста на ПП 4 в сосняке черничном (рис 4.10) показало следующее.

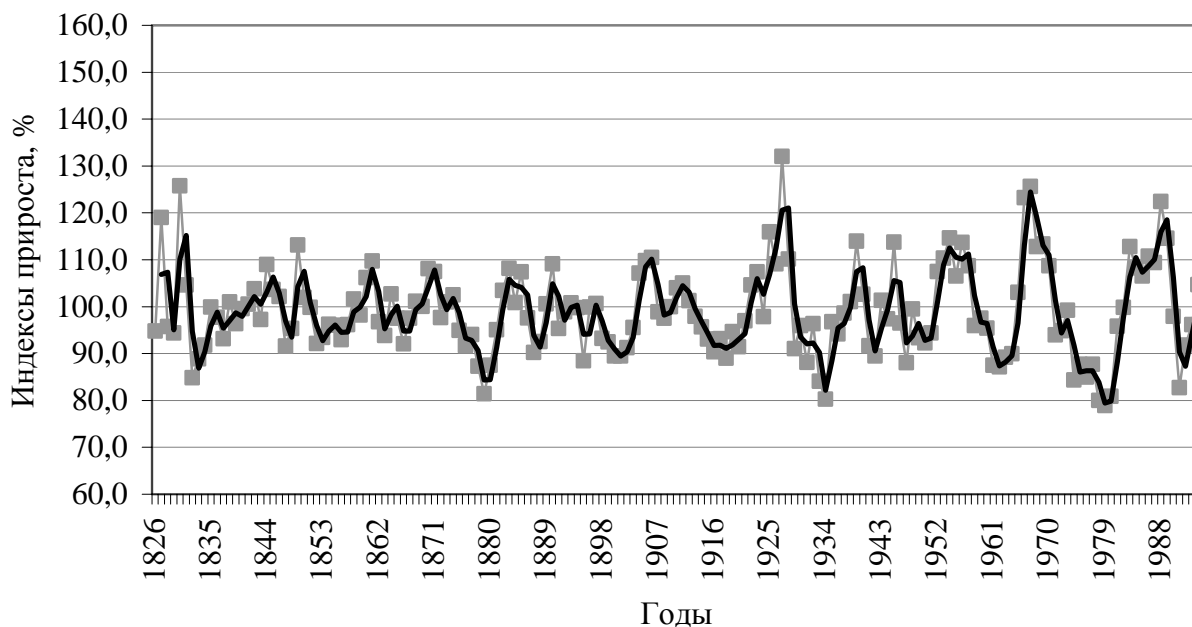


Рисунок 4.10. Изменчивость индексов радиального прироста сосны в черничном типе леса – ПП 4 (сглаживание выполнено путем линейной фильтрации по двум точкам).

Максимальные значения индексов прироста на ПП 4 были следующие: 1827 г. (119,0%), 1830 г. (125,8%), 1844 г. (109,0%), 1849 г. (113,2%), 1861 г. (109,8%), 1870 г. (108,1%), 1874 г. (102,5%), 1883 г. (108,2%), 1890 г. (109,1%), 1897 г. (100,7%), 1906 г. (110,5%), 1911 г. (105,0%), 1923 г. (107,4%), 1925 г. (115,9%), 1927 г. (132,0%), 1932 г. (96,4%), 1939 г. (113,9%), 1945 г. (113,8%), 1954 г. (114,6%), 1967 г. (125,6%), 1973 г. (99,2%), 1983 г. (112,8%), 1988 г. (122,4%), 1994 г. (104,7%). Наиболее выдающиеся максимумы наблюдались в 1830 г. (125,8%), 1849 г. (113,2%), 1906 г. (110,5%), 1927 г. (132,0%), 1967 г. (125,6%), 1988 г. (122,4%).

На ПП 4 минимальные значения индексов прироста были следующие: 1829 г. (94,4%), 1832 (84,8%), 1847 г. (91,6%), 1852 г. (92,1%), 1856 г. (93,0%),

1863 г. (93,8%), 1866 г. (92,0%), 1876 г. (91,7%), 1879 г. (81,4%), 1887 (90,2%), 1895 г. (88,5%), 1901 г. (89,4%), 1908 г. (97,5%), 1918 г. (89,0%), 1924 г. (97,8%), 1929 г. (91,0%), 1934 г. (80,2%) 1942 г. (89,4%), 1947 г. (88,0%), 1950 г. (92,3%), 1962 г. (87,1%), 1971 г. (94,0%), 1974 г. (84,4%), 1979 г. (78,9%), 1991 г. (82,7%). Наиболее выдающиеся минимумы наблюдались в 1832 г. (84,8%), 1879 г. (81,4%), 1901 г. (89,4%), 1918 г. (89,0%), 1934 г. (80,2%), 1962 г. (87,1%), 1979 г. (78,9%).

В целом в сосняке черничнике амплитуда индексов прироста невысокая. Наибольшие значения амплитуды были следующие: периоды общего подъема – 1918-1927 гг. (43,0%), 1962-1967 гг. (38,5%), 1979-1988 гг. (43,5%), периоды общего спада – 1830–1832 гг. (41,0%), 1927–1934 гг. (51,8%), 1967-1979 гг. (46,7%), 1988–1991 гг. (39,7%). Минимальные значения амплитуды на ПП 4 были следующие: 1854–1855 гг. (0,2%), 1870–1871 гг. (0,6%), 1900–1901 гг. (0,1%), 1961–1962 гг. (0,4%), 1968–1969 гг. (0,5%). Дисперсия индексов прироста составила $D=88,6\%$, среднегодовое изменение индексов прироста равно $6,9\pm 0,45\%$. В период до 1918 год наблюдалась более низкая амплитуда индексов прироста ($D=51,7\%$), чем в следующий за ним период до 1994 г ($D=133,3\%$).

Средний период колебаний между минимальными значениями в сосняке черничнике составил $6,1\pm 0,55$ лет, поэтому по частоте колебания имеют плавный или нормальный характер.

Изучение изменчивости индексов радиального прироста на ПП 10 в ельнике черничном (рис 4.11) показало следующее.

Максимальные значения индексов прироста на ПП 10 были следующие: 1828 г. (101,4%), 1834 г. (111,9%), 1843 г. (115,4%), 1848 г. (104,2%), 1853 г. (104,0%), 1858 г. (111,5%), 1864 г. (107,8%), 1868 г. (105,4%), 1881 г. (111,3%), 1888 г. (105,5%), 1900 г. (110,9%), 1904 г. (124,1%), 1916 г. (112,1%), 1925 г. (122,4%), 1938 г. (125,1%), 1951 г. (101,1%), 1956 г. (130,7%), 1967 г. (104,6%), 1977 г. (116,9%), 1983 г. (117,4%), 1994 г.

(102,0%). Наиболее выдающиеся максимумы наблюдались в 1843 г. (115,4%), 1904 г. (124,1%), 1925 г. (122,4%), 1938 г. (125,1%), 1956 г. (130,7%).

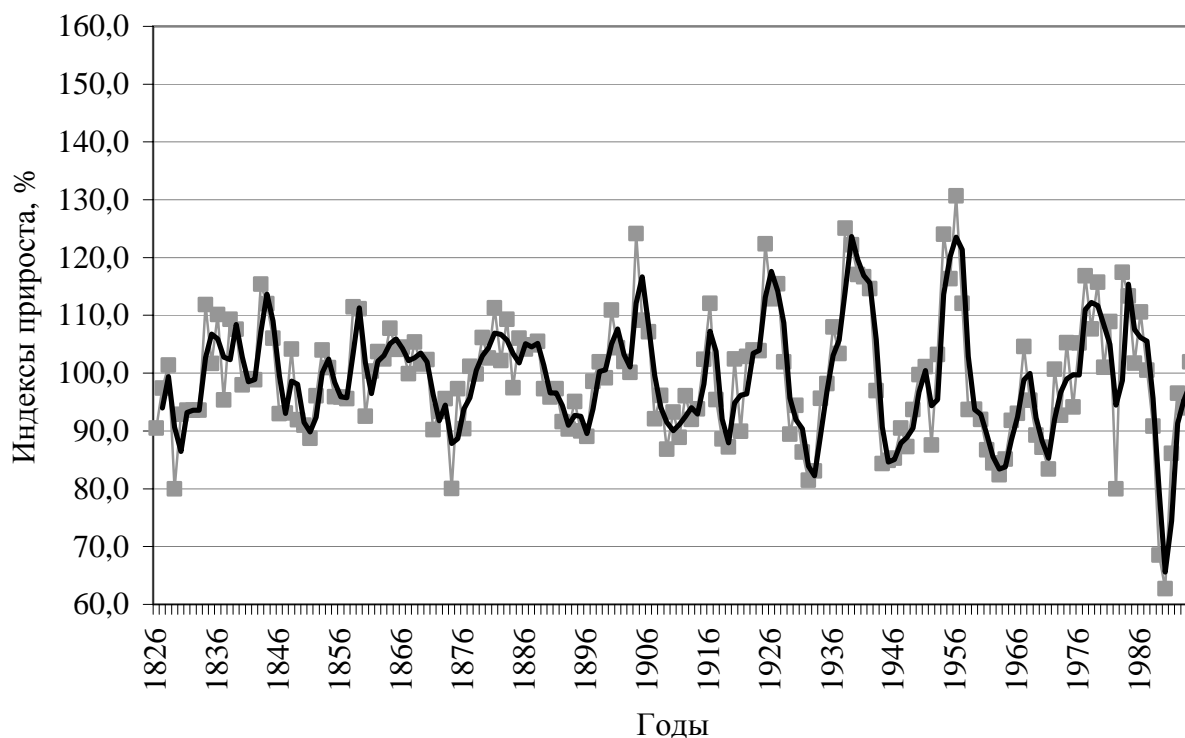


Рисунок 4.11. Изменчивость индексов радиального прироста ели в черничном типе леса – ПП 10 (сглаживание выполнено путем линейной фильтрации по двум точкам).

На ПП 10 минимальные значения индексов прироста были следующие: 1829 г. (80,0%), 1833 г. (93,6%), 1837 г. (95,4%), 1840 г. (98,0%), 1846 г. (93,0%), 1851 г. (88,7%), 1857 г. (95,6%), 1860 г. (92,6%), 1871 г. (90,2%), 1874 г. (80,1%), 1884 г. (97,5%), 1896 г. (89,0%), 1903 г. (100,1%), 1909 г. (86,8%), 1919 г. (87,2%), 1932 г. (81,5%), 1944 г. (84,4%), 1952 г. (87,6%), 1963 г. (82,4%), 1971 г. (83,4%), 1975 г. (94,2%), 1982 г. (80,0%), 1990 г. (62,7%). Наиболее выдающиеся минимумы наблюдались в 1829 г. (80,0%), 1874 г. (80,1%), 1932 г. (81,5%), 1963 г. (82,4%), 1990 г. (62,7%).

В целом в ельнике черничнике амплитуда индексов прироста невысокая. Наибольшие значения амплитуды были следующие: периоды общего подъема – 1896-1904 гг. (35,1%), 1919-1925 гг. (35,2%), 1932-1938 гг.

(43,6%), 1944-1956 гг. (46,3%), периоды общего спада – 1904-1909 гг. (37,3%), 1925-1932 гг. (40,9%), 1938-1944 гг. (40,7%), 1956-1963 гг. (48,3%), 1983-1990 гг. (54,7%). Минимальные значения амплитуды на ПП 10 были следующие: 1831-1833 (0,0%), 1841-1842 гг. (0,2%), 1846-1847 гг. (0,1%), 1855-1856 гг. (0,0%), 1856-1857 гг. (0,3%), 1923-1924 гг. (0,1%), 1958-1959 гг. (0,1%). Дисперсия индексов прироста составила $D=113,7\%$, среднегодовое изменение индексов прироста равно $7,8\pm 0,50\%$. В период до 1919 года наблюдалась более низкая амплитуда индексов прироста ($D=60,9\%$), чем в следующий за ним период до 1994 г ($D=179,9\%$).

Средний период колебаний между минимальными значениями в ельнике черничнике составил $6,4\pm 0,66$ лет, поэтому по частоте колебания имеют плавный или нормальный характер.

Изучение изменчивости на ПП 45 в сосняке мохово-лишайниковом (рис 4.12) показало следующее.

Максимальные значения индексов прироста на ПП 45 были следующие: 1826 г. (123,0%), 1829 г. (126,7%), 1841 г. (116,8%), 1847 г. (121,7%), 1852 г. (107,3%), 1859 г. (102,0%), 1870 г. (119,3%), 1886 г. (124,3%), 1893 г. (124,6%), 1905 г. (107,0%), 1908 г. (110,7%), 1916 г. (99,1%), 1924 г. (149,9%), 1939 г. (113,6%), 1950 г. (121,0%), 1953 г. (119,0%), 1967 г. (128,7%), 1983 г. (123,7%), 1990 г. (101,7%), 1996 г. (106,9%). Наиболее выдающиеся максимумы наблюдались в 1829 г. (126,7%), 1847 г. (121,7%), 1870 г. (119,3%), 1924 г. (149,9%), 1967 г. (128,7%), 1983 г. (123,7%).

На ПП 45 минимальные значения индексов прироста были следующие: 1828 г. (106,8%), 1837 г. (68,4%), 1844 г. (104,2%), 1849 г. (96,4%), 1857 г. (87,9%), 1862 г. (88,5%), 1873 г. (77,0%), 1877 г. (81,6%), 1884 г. (99,9%), 1888 г. (101,6%), 1896 г. (84,8%), 1902 г. (81,0%), 1907 г. (95,3%), 1913 г. (89,8%), 1917 г. (86,0%), 1932 г. (71,9%), 1935 г. (77,0%), 1946 г. (83,4%), 1952 г. (106,9%), 1956 г. (76,2%), 1974 г. (76,7%), 1980 г. (95,9%), 1987 г. (87,0%), 1992 г. (80,8%). Наиболее выдающиеся минимумы наблюдались в 1837 г. (68,4%), 1902 г. (81,0%), 1932 г. (71,9%), 1974 г. (76,7%).

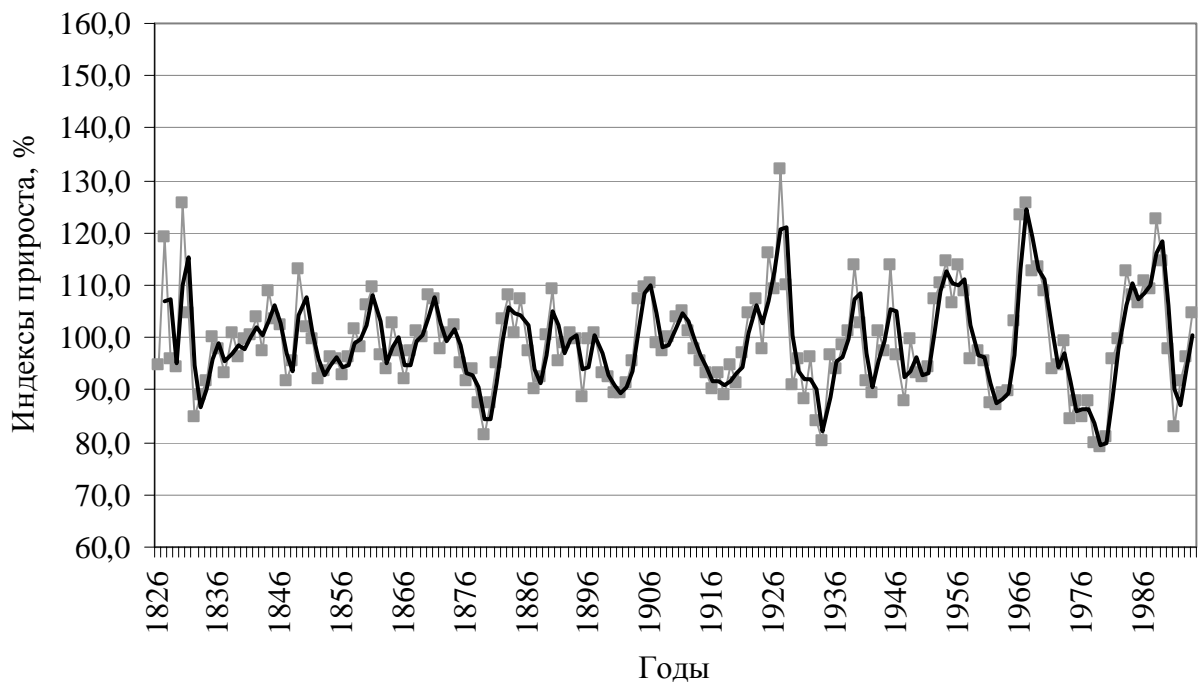


Рисунок 4.12. Изменчивость индексов радиального прироста сосны в мохово-лишайниковом типе леса – ПП 45 (сглаживание выполнено путем линейной фильтрации по двум точкам).

В целом в сосняке мохово-лишайниковом амплитуда индексов прироста более высокая, чем в черничных типах леса. Наибольшие значения амплитуды были следующие: периоды общего подъема – 1837-1847 гг. (53,3%), 1917-1924 гг. (63,9%), 1956-1967 гг. (52,5%), 1974-1983 гг. (47,0%), периоды общего спада – 1829-1837 гг. (58,3%), 1924-1932 гг. (78,0%), 1967-1974 гг. (52,0%). Минимальные значения амплитуды на ПП 45 были следующие: 1853-1854 гг. (0,3%), 1866-1867 гг. (0,3%), 1879-1880 гг. (0,1%), 1895-1896 гг. (0,0%), 1944-1945 гг. (0,3%), 1986-1987 гг. (0,2%). Дисперсия индексов прироста составила $D=178,5\%$, среднегодовое изменение индексов прироста равно $8,2 \pm 0,46\%$. В период до 1917 года наблюдалась более низкая амплитуда индексов прироста ($D=136,8\%$), чем в следующий за ним период до 1994 г ($D=228,9\%$).

Средний период колебаний между минимальными значениями в сосняке мохово-лишайниковом составил $7,4 \pm 0,81$ лет, поэтому по частоте колебания имеют плавный или нормальный характер.

Изучение изменчивости на ПП 46 в сосняке кустарничково-сфагновом (рис 4.13) показало следующее.

Максимальные значения индексов прироста на ПП 46 были следующие: 1826 г. (142,0%), 1844 г. (126,2%), 1848 г. (111,8%), 1855 г. (107,5%), 1861 г. (115,5%), 1870 г. (112,2%), 1877 г. (114,1%), 1887 г. (128,3%), 1898 г. (108,7%), 1908 г. (118,3%), 1921 г. (124,2%), 1937 г. (126,9%), 1950 г. (148,2%), 1966 г. (110,3%), 1977 г. (146,5%), 1988 г. (100,8%). Наиболее выдающиеся максимумы наблюдались в 1826 г. (142,0%), 1887 г. (128,3%), 1950 г. (148,2%), 1977 г. (146,5%).

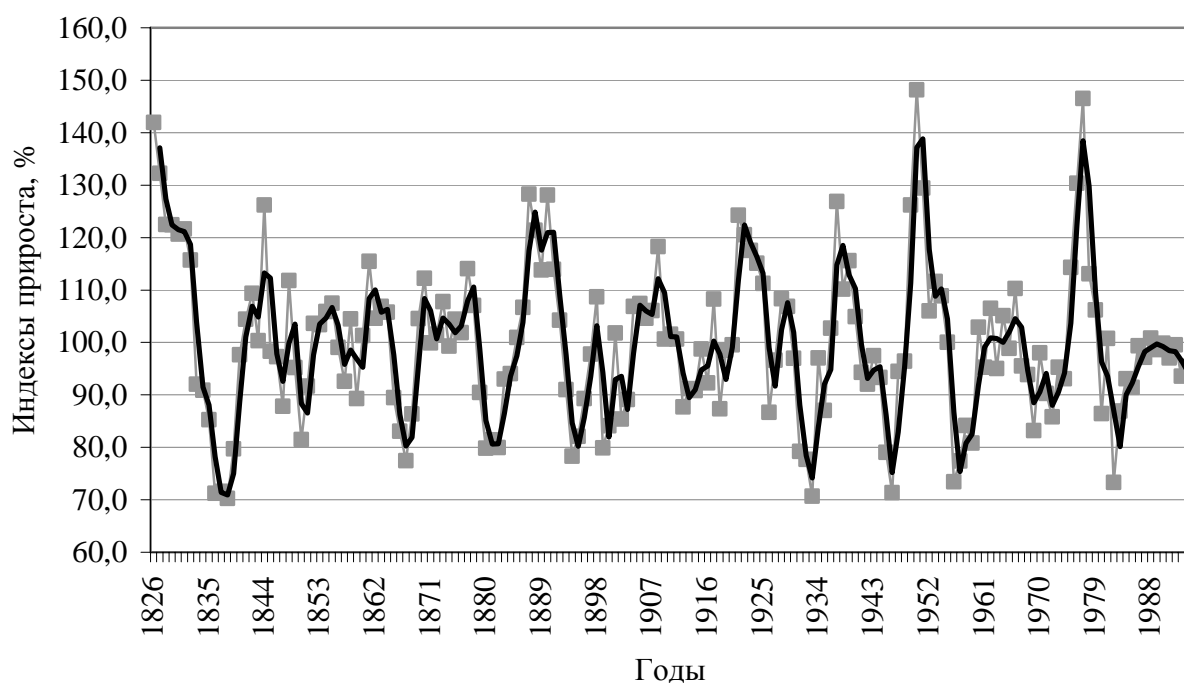


Рисунок 4.13. Изменчивость индексов радиального прироста сосны в кустарничково-сфагновом типе леса – ПП 46 (сглаживание выполнено путем линейной фильтрации по двум точкам).

На ПП 46 минимальные значения индексов прироста были следующие: 1838 г. (70,3%), 1847 г. (87,8%), 1850 г. (81,5%), 1859 г. (89,3%), 1867 г.

(77,5%), 1874 г. (99,3%), 1882 г. (80,0%), 1894 г. (78,3%), 1899 г. (79,9%), 1912 г. (87,7%), 1918 г. (87,5%), 1926 г. (86,6%), 1933 г. (70,7%), 1946 г. (71,3%), 1956 г. (73,4%), 1969 г. (83,2%), 1982 г. (73,3%), 1993 г. (93,6%). Наиболее выдающиеся минимумы наблюдались в 1838 г. (70,3%), 1894 г. (78,3%), 1933 г. (70,7%), 1946 г. (71,3%), 1956 г. (73,4%), 1982 г. (73,3%).

В целом в сосняке кустарничково-сфагновом амплитуда индексов прироста более высокая, чем в черничных типах леса. Наибольшие значения амплитуды были следующие: периоды общего подъема – 1838-1844 гг. (55,9%), 1882-1887 гг. (48,3%), 1933-1937 гг. (56,2%), 1946-1950 гг. (76,9%), 1972-1977 гг. (60,7%), периоды общего спада – 1826-1838 гг. (71,7%), 1887-1894 гг. (50,0%), 1937-1946 гг. (55,6%), 1950-1956 гг. (74,8%), 1977-1982 гг. (72,8%). Минимальные значения амплитуды на ПП 46 были следующие: 1828-1829 гг. (0,1%), 1836-1837 гг. (1852-1853 гг. (0,2%), 1913-1914 гг. (0,4%). Дисперсия индексов прироста составила $D=221,4\%$, среднегодовое изменение индексов прироста равно $9,9\pm 0,58\%$. В период до 1918 года наблюдалась более низкая амплитуда индексов прироста ($D=207,18\%$), чем в следующий за ним период до 1994 г ($D=241,3\%$).

Средний период колебаний в сосняке кустарничково-сфагновом составил $6,2\pm 0,65$ лет, поэтому по частоте колебания имеют плавный или нормальный характер.

Анализ полученных данных показал, что максимальные значения индексов прироста на представленных пробных площадях наблюдались в 1826-1827 гг., 1843-1844 гг., 1847-1849 гг., 1858-1861 гг., 1870 г., 1886-1888 гг., 1904-1906 гг., 1924-1925 гг., 1937-1939 гг., 1950-1951 гг., 1966-1967 гг., 1983 г., 1988-1990 гг., 1994-1996 гг., минимальные – 1828-1829 гг., 1837-1838 гг., 1846-1847 гг., 1849-1852 гг., 1856-1857 гг., 1873-1874 гг., 1884 г., 1894-1896 гг., 1901-1903 гг., 1907-1909 гг., 1917-1919 гг., 1932-1934 гг., 1946-1947 гг., 1952 г., 1971 г., 1974-1975 гг., 1990-1993 гг. Из них наиболее выдающиеся максимумы были в 1826 г. – 142,0% (ПП 46), 1924 г. – 149,9% (ПП 45), 1950 г. – 148,2% (ПП 46), 1967 г. – 128,7% (ПП 45), минимумы – в

1837 г. – 68,4% (ПП 45), 1933 г. – 70,7% (ПП 46), 1946 г. – 71,3% (ПП 46), 1956 г. – 73,4% (ПП 46), 1974 г. – 76,7% (ПП 45), 1990 г. – 62,7% (ПП 10).

Наибольшие амплитуды на представленных пробных площадях наблюдались – спад с 1826-1829 гг. по 1837-1838 гг. (на 71,7% - ПП 46), подъем с 1917-1918 гг. по 1927 г. (на 70,1% - ПП 45) и последующий спад по 1932-1934 гг. (на 78,0% – ПП 45), подъем с 1944-1946 гг. по 1950-1954 г. (на 76,9% - ПП 46) и последующий спад по 1956-1962 гг. (на 74,8% - ПП 46), подъем с 1956-1962 гг. по 1966-1967 гг. (на 52,5% - ПП 45) и последующий спад по 1975-1979 гг. (на 52,0% - ПП 45).

Таким образом, в колебаниях индексов прироста в представленных типах леса наблюдается определенное сходство распределения максимальных и минимальных значений индексов прироста, периодов значительной амплитуды.

Анализ характера колебаний индексов прироста в представленных типах леса показал следующее. В черничных типах леса амплитуда колебаний невысокая, наибольшие перепады значений для данных пород составляют 38,5-51,8% и 35,1-54,7%, а дисперсии 88,6 и 113,7% соответственно. В тоже время в сосняках мохово-лишайниковом и кустарничково-сфагновом эти значения более высокие – 47,0-78,0%, 178,5% и 48,3-74,8%, 221,4% соответственно. Более высокая амплитуда колебаний индексов прироста в сосняках мохово-лишайниковом и кустарничково-сфагновом, вероятно, связаны с особенностями местопроизрастания данных насаждений в неблагоприятных для них условиях (бедных сухих почвах или в условиях постоянного переувлажнения) и соответственно их меньшей устойчивостью к влиянию экологических факторов. В период до 1917-1919 годов наблюдалась более низкая амплитуда индексов прироста (дисперсия по типам леса меняется от 51,7 до 207,1%, в среднем составляет 114,1%), чем в следующий за ним период до 1994 г (дисперсия по типам леса меняется от 133,3 до 241,3%, в среднем составляет 195,9%). Значения периодов

колебаний изменяются от 6,1 до 7,4 лет и позволяют говорить об их нормальном или плавном характере.

4.6. Естественное возобновление в сосняках и ельниках черничных.

Естественное возобновление на пробных площадях ельников и сосняков черничников (ПП 1-10) представлено сосной (рис. 4.14), елью, березой и осиной (Приложение 2).

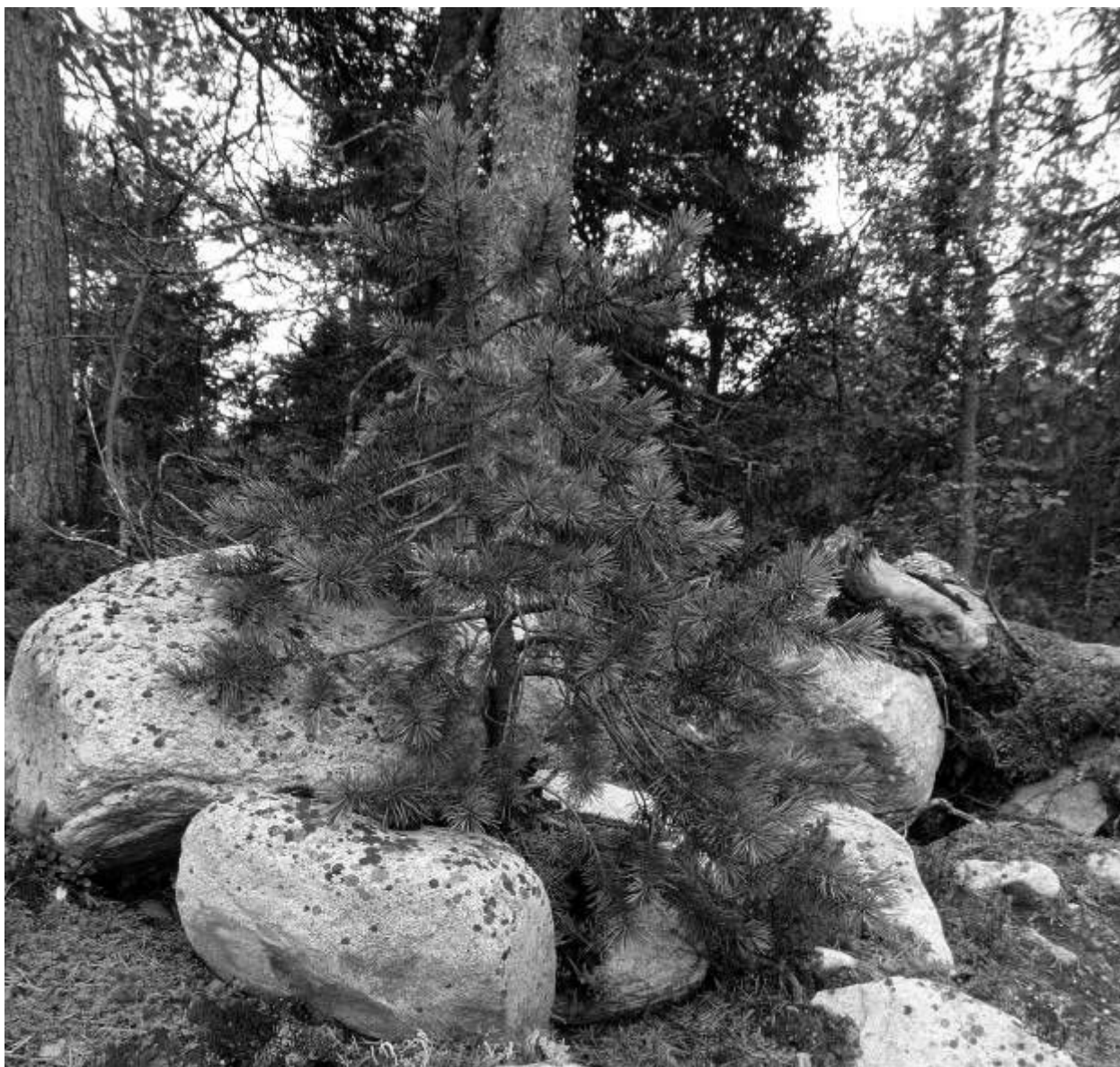


Рисунок 4.14. Подрост сосны пробивается между камней, которые во множестве представлены на Соловках.

В сосняках черничниках среднее количество подроста на пробных площадях (ПП 1-5) составляет 10640 шт./га (табл. 4.7).

Таблица 4.7. Распределение подроста по породам и категориям состояния в сосняках черничниках (шт./га).

Порода	Категории состояния					Итого:
	ББ	БД	СОМ	НН	СУХ	
Сосна	2680	640	360	120	240	4040
Ель	1640	480	40	80	0	2240
Береза	1560	80	0	0	40	1680
Осина	2520	80	0	0	80	2680
Итого:	8400	1280	400	200	360	10640

Среди пород преобладает подрост сосны (4040 шт./га), почти в 2 раза меньше подроста осины (2680 шт./га) и ели (2240 шт./га), меньше всего подроста березы (1680 шт./га). В целом подрост хвойных больше (6280 шт./га), чем подрост лиственных (4360 шт./га). В соответствии со шкалой оценки успешности П.Н. Львова и Д.А. Усовой (1978) естественное возобновление главной породы (сосны) удовлетворительное.

Среди подроста различных категорий состояния доминирует безукоризненно благонадежный (ББ) - 8400 шт./га. Это характерно как для сосны, так и для отдельных пород. Почти в 7 раз меньше благонадежного дефектного (БД) подроста - 1280 шт./га. Остальные категории подроста, такие как сомнительный (СОМ), ненадежный (НН), сухой (СУХ), представлены незначительно – от 200 до 400 шт./га.

По категориям высоты преобладает подрост средней величины (0,5-1,5 м.) (рис. 4.15) – 4360 шт/га. Немного меньше мелкого подроста (до 0,5 м), количество которого составляет 3600 шт/га. Наименьшего количества достигает крупный подрост (свыше 1,5 м) – 2680 шт/га.

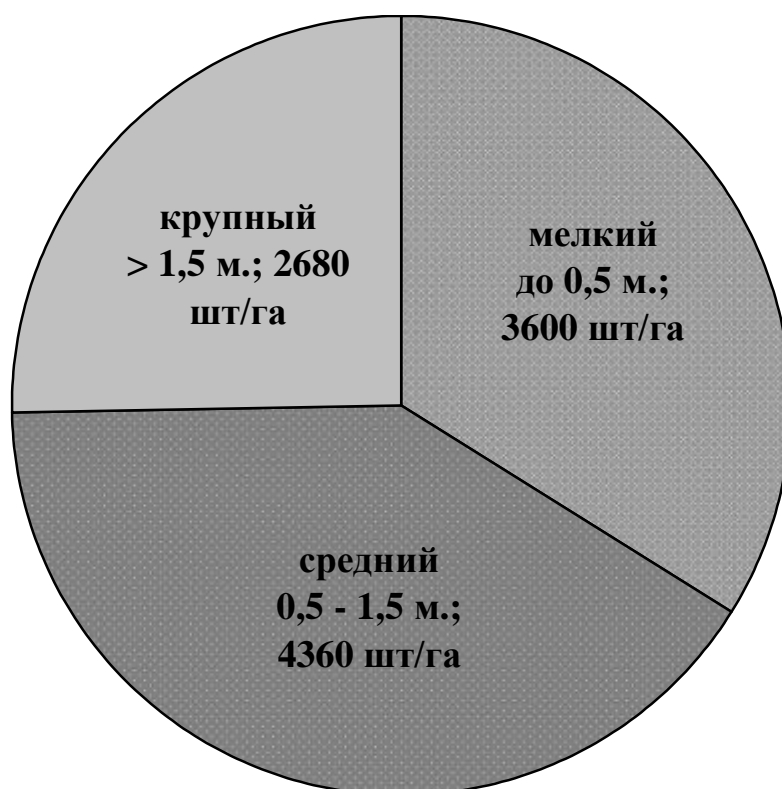


Рисунок 4.15. Распределение подроста по категориям высоты в сосняках черничных.

В ельниках черничниках среднее количество подроста на пробных площадях (ПП 6-10) меньше почти в 2 раза и составляет 5880 шт./га (табл. 4.8). Это, вероятно, связано с лучшим световым режимом в сосняках.

Таблица 4.8. Распределение подроста по породам и категориям состояния в ельниках черничниках (шт./га).

Порода	Категории состояния					Итого:
	ББ	БД	СОМ	НН	СУХ	
Сосна	0	80	0	0	0	80
Ель	2200	200	200	0	0	2600
Береза	1480	80	0	0	160	1720
Осина	1120	160	80	0	120	1480
Итого:	4800	520	280	0	280	5880

Среди пород преобладает подрост ели (2600 шт./га), почти в 2 раза меньше подрост березы (1720 шт./га) и осины (1480 шт./га), практически отсутствует подрост сосны (80 шт./га). В целом подрост лиственных (3200 шт./га) больше, чем хвойных (2680 шт./га). В соответствии со шкалой оценки успешности П.Н. Львова и Д.А. Усовой (1978) естественное возобновление главной породы (ели) удовлетворительное.

Среди подрост различных категорий состояния доминирует безукоризненно благонадежный (БД) (4800 шт./га). Подрост остальных категорий состояния представлен незначительно - от 280 до 520 шт./га.

По категориям высоты преобладает подрост средней величины (0,5-1,5 м) (рис. 4.16). Немного меньше крупного подрост (свыше 1,5 м), количество которого достигает 2000 шт/га. Всего меньше мелкого подрост (до 0,5 м) – 1000 шт/га.

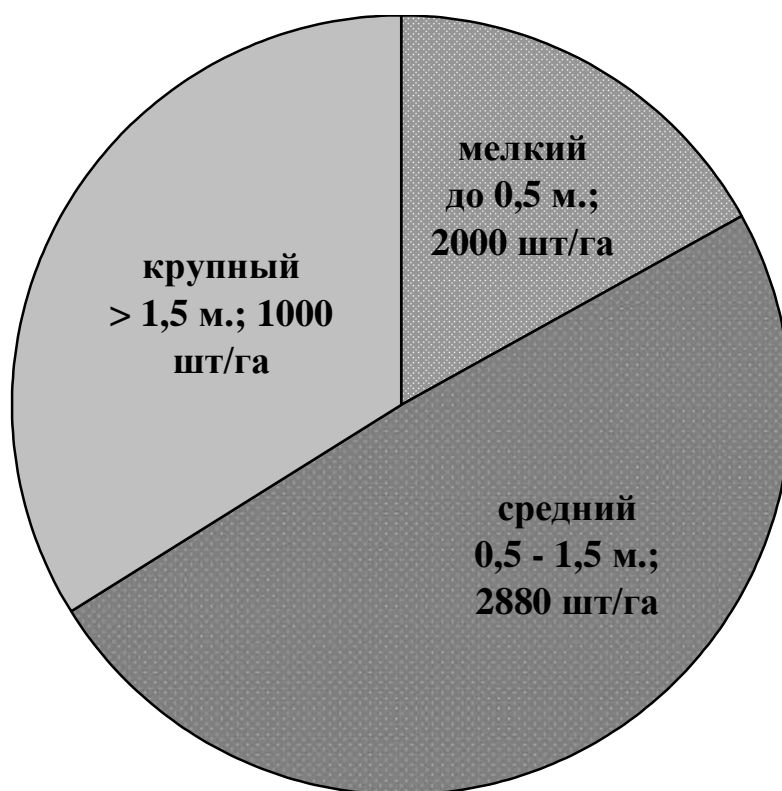


Рисунок 4.16. Распределение подрост по категориям высоты в ельниках черничных.

В целом в сосняках и ельниках преобладает подрост главной породы, возобновление которого удовлетворительное. Для данных насаждений характерно преобладание безукоризненно благонадежного подростка. Подрост остальных категорий состояния представлен значительно меньшим количеством. Общее количество подростка в сосняках больше, чем в ельниках, что, вероятно, связано с лучшим световым режимом в сосняках. По категориям высоты преобладает подрост средней величины (0,5-1,5 м.).

4.7. Видовое разнообразие напочвенного покрова в разных типах леса.

Изучение видового разнообразия (среднего количества видов, индекса Шеннона и показателя выравненности), а также видового состава (по обилию растений) напочвенного покрова как в наиболее распространенных типах леса Соловков – черничных и брусничных, которые составляют 78,6% лесопокрытой площади архипелага, так и в ряде других типов леса показало следующее.

Среднее количество видов на пробных площадях в представленных типах леса на Соловках колеблется от 11 до 18 (табл. 4.9). Это меньше, чем в северотаежных лесах пригорода г. Архангельска, где на пробной площади в среднем можно встретить 32 вида в ельниках и 21 вид в сосняках черничного типа леса (Бурова, Феклистов, 2007). Наиболее богатые в видовом отношении на Соловках – сосняки кустарничково-сфагновые и черничные (17-18 видов). В свою очередь наиболее бедные на Соловках – сосняки брусничные и мохово-лишайниковые, осинник разнотравный (11 видов). В последнем типе леса при высоких значениях количества видов в травяно-кустарничковом ярусе, отсутствует мохово-лишайниковый ярус.

Значения среднего количества видов выше для травяно-кустарничкового яруса и ниже для мохово-лишайникового.

Таблица 4.9. Среднее количество видов растений напочвенного покрова в различных типах леса.

Типы леса	Число видов		
	трав.-куст. ярус	мох.-лиш. ярус	общее
Сосняк черничный	11	6	17
Сосняк брусничный	7	4	11
Сосняк мохово-лишайниковый	6	5	11
Сосняк кустарничково-сфагновый	11	7	18
Ельник черничный	11	5	16
Ельник брусничный	10	4	14
Березняк черничный	11	2	13
Березняк брусничный	10	6	16
Осинник разнотравный	11	-	11
Среднее	9,6	5,0	14,0

В травяно-кустарничковом ярусе среднее количество видов в данных типах леса колеблется от 6 до 11. Это меньше, чем в ельнике черничном средней подзоны тайги, где количество видов колеблется от 10 до 24 (Кекишева, Наквасина, 2008), и северной тайги, где оно в среднем составляет 20 видов (Бурова, Феклистов, 2007) и превышает значения для Соловков практически в 2 раза. Наибольшее количество видов, примерно равное, в черничных типах леса (сосняках, ельниках и березняках), а так же в сосняке кустарничково-сфагновом и осиннике разнотравном (11 видов). Самыми бедными типами леса являются сухие сосняки брусничные и мохово-лишайниковые (6-7 видов).

В мохово-лишайниковом ярусе среднее количество видов колеблется от 2 до 7. Это меньше, чем в ельнике черничном в пригородных лесах г. Архангельска, где оно в среднем для данного яруса составляет 12 видов

(Бурова, Феклистов, 2007) и, так же как для травяно-кустарничкового, превышает значения для Соловков почти в 2 раза. Больше всего видов в мохово-лишайниковом ярусе на Соловках в сосняке кустарничково-сфагновом и черничном (7 видов). В осиннике разнотравном не было выявлено ни одного вида. Очень мало видов в березняке черничном (2 вида).

Расчет средних значений количества видов в сосняках и ельниках черничных (табл. 4.10) показал, что все они достоверны. Критерий Стьюдента расчетный (t_1) значительно больше табличного и колеблется от 6,5 до 14,0. В тоже время коэффициент изменчивости в целом не отличается для данных типов леса (33,2-33,6%). Он выше для мохово-лишайникового яруса (49,5-51,3%) и ниже для травяно-кустарничкового (25,7-32,8%).

Таблица 4.10. Статистические показатели по количеству видов на пробных площадях в сосняках и ельниках черничных.

Ярус	Среднее значение, М	Основная ошибка, m	Ср. квадрат. отклонение, σ	Коеф. изм., с %	Точность опыта, Р %	Достоверность, t_1
Сосняк черничный						
Трав-куст	10,7	0,83	2,76	25,7	7,8	12,9
Мох-лиш	6,6	1,01	3,36	51,3	15,5	6,5
ОБЩЕЕ:	17,3	1,73	5,73	33,2	10,0	10,0
Ельник черничный						
Трав-куст	11,1	0,79	3,63	32,8	7,2	14,0
Мох-лиш	4,9	0,53	2,43	49,5	10,8	9,3
ОБЩЕЕ:	16,0	1,17	5,35	33,6	7,3	13,7

Низкие показатели разнообразия демонстрирует и индекс Шеннона (табл. 4.11). Он колеблется для пробных площадей по ярусам в пределах от 0,62 до 2,12, что говорит о крайней бедности видового разнообразия представленных типов леса на Соловках. Для сравнения, в травяно-

кустарничковом ярусе северотаежного ельника черничника величина индекса Шеннона составляет 2,6-2,7 (Бурова, Феклистов, 2007).

Таблица 4.11. Значения индекса Шеннона в напочвенном покрове в различных типах леса.

Типы леса	Трав.-куст. ярус	Мох-лиш. ярус
Сосняк черничный	1,79	1,37
Сосняк брусничный	1,36	1,13
Сосняк мохово-лишайниковый	1,43	1,23
Сосняк кустарничково-сфагновый	2,12	1,81
Ельник черничный	1,84	1,21
Ельник брусничный	2,03	0,96
Березняк черничный	2,10	0,62
Березняк брусничный	2,01	1,61
Осинник разнотравный	1,87	–
Среднее	1,84	1,24

Значения индекса Шеннона выше для травяно-кустарничкового яруса, чем для мохово-лишайникового.

При этом травяно-кустарничковый ярус более разнообразен в сосняке кустарничково-сфагновом, в ельнике брусничном, а также во всех типах березняков. Наименее разнообразными являются сосняки брусничный и мохово-лишайниковый. В мохово-лишайниковом ярусе наибольшим разнообразием отличаются сосняк кустарничково-сфагновый и березняк брусничный, наименьшим – березняк черничный и осинник разнотравный.

Показатели выравненности (табл. 4.12) в большинстве своем находятся в пределах 0,69-0,92, что говорит о высокой выравненности растений по количеству. Значения этих показателей выше в травяно-кустарничковом

ярус и меньше в мохово-лишайниковом. Высокая степень выравненности свидетельствует о низкой межвидовой конкуренции.

Таблица 4.12. Значения показателя выравненности видов напочвенного покрова в различных типах леса.

Типы леса	Трав.-куст. ярус	Мох-лиш. ярус
Сосняк черничный	0,76	0,80
Сосняк брусничный	0,76	0,87
Сосняк мохово-лишайниковый	0,83	0,77
Сосняк кустарничково-сфагновый	0,88	0,93
Ельник черничный	0,78	0,82
Ельник брусничный	0,88	0,69
Березняк черничный	0,89	0,45
Березняк брусничный	0,90	0,93
Осинник разнотравный	0,78	–
Среднее	0,83	0,78

Оценка тесноты связи в ходе корреляционного анализа между полнотой древостоев на пробных площадях и значениями показателей разнообразия не выявила для большинства случаев достоверной зависимости между этими показателями. Исключением является только отношение между полнотой и количеством видов травяно-кустарничкового яруса, где значения корреляционного отношения составили $0,53 \pm 0,11$, что говорит о значительной тесноте связи.

4.8. Видовой состав напочвенного покрова в разных типах леса.

Видовой список в представленных типах леса включает 68 видов (45 – в травяно-кустарничковом ярусе и 23 – в мохово-лишайниковом).

В сосняке черничном (табл. 4.13) из этого списка встречается 35 видов, из них 20 – в травяно-кустарничковом ярусе, а 15 – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают черника (*Vaccinium myrtillus*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), значительного обилия и встречаемости достигают вороника (*Empetrum nigrum*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). Сравнительно обильны и встречаются на большинстве пробных площадей такие виды, как майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), линнея северная (*Linnaea borealis*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*) и марьянник луговой (*Melampyrum pratense*). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют зеленые мхи: плеурозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*) и гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Сравнительно обильны и встречаются на более чем половине пробных площадей такие виды, как кладония лесная (*Cladonia sylvatica*) и кладония оленья (*Cladonia rangiferina*). Часто встречается на пробных площадях, но в незначительном обилии кладония удлиненная (*Cladonia elongata*).

Таблица 4.13. Обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке) и встречаемость различных видов растений напочвенного покрова сосняка черничного

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие	Встречаемость на пробных площадях, %
	Травяно-кустарничковый ярус		
1.	Черника	2,47	100
2.	Брусника	1,32	100
3.	Вороника	0,84	82
4.	Лерхенфельдия извилистая	0,82	91
5.	Майник двулистный	0,31	73
6.	Линнея северная	0,25	73

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие	Встречаемость на пробных площадях, %
7.	Ожика волосистая	0,24	100
8.	Марьянник луговой	0,22	82
9.	Вереск обыкновенный	0,17	36
10.	Голубика	0,16	45
11.	Багульник болотный	0,10	36
12.	Золотарник	<0,10	27
13.	Седмичник европейский	<0,10	55
14.	Дерен шведский	<0,10	18
15.	Плаун годичный	<0,10	27
16.	Арктоус альпийский	<0,10	9
17.	Иван-чай	<0,10	36
18.	Клевер луговой	<0,10	18
19.	Морошка	<0,10	9
20.	Клюква	<0,10	9
Мохово-лишайниковый ярус			
1.	Плеурозиум Шребера	2,01	91
2.	Дикранум метловидный	1,18	91
3.	Гилокомиум блестящий	0,96	82
4.	Кладония оленья	0,32	64
5.	Кладония лесная	0,14	64
6.	Политрихум можжевельниковый	0,11	18
7.	Птилий гребенчатый	<0,10	27
8.	Ритидиадельф трехгранный	<0,10	9
9.	Политрихум обыкновенный	<0,10	36
10.	Сфагнум волосистый	<0,10	18
11.	Пельтигера собачья	<0,10	36
12.	Цетрария исландская	<0,10	18
13.	Кладония удлиненная	<0,10	45
14.	Кладония красноплодная	<0,10	18
15.	Кладония sp.	<0,10	18

В ельнике черничном (табл. 4.14) было зафиксировано 45 видов, из них 30 – в травяно-кустарничковом ярусе, а 15 – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладает черника (*Vaccinium myrtillus*), значительного обилия и встречаемости достигают брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). Сравнительно обильны и часто встречаются такие виды, как дерен шведский

(*Chamaepericlymenum suecicum*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), вороника (*Empetrum nigrum*) и ожика волосистая (*Luzula pilosa*). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют зеленые мхи: дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*), ритидиадельфус трехгранный (*Rhytidiadelphus triquetrus*) и плеурозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi*).

Таблица 4.14. Обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке) и встречаемость различных видов растений напочвенного покрова ельника черничного

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие	Встречаемость на пробных площадях, %
Травяно-кустарничковый ярус			
1.	Черника	2,80	100
2.	Брусника	0,96	100
3.	Лерхенфельдия извилистая	0,93	100
4.	Дерен шведский	0,59	57
5.	Майник двулистный	0,33	67
6.	Марьянник луговой	0,32	81
7.	Вороника	0,27	43
8.	Ожика волосистая	0,24	86
9.	Линнея северная	0,23	67
10.	Золотарник обыкновенный	0,16	57
11.	Голокучник трехраздельный	0,16	43
12.	Голубика	0,13	24
13.	Плаун годичный	0,13	43
14.	Седмичник европейский	<0,10	57
15.	Кислица	<0,10	24
16.	Бор развесистый	<0,10	19
17.	Щитовник игольчатый	<0,10	10
18.	Ортилия однобокая	<0,10	19
19.	Грушанка круглолистная	<0,10	10
20.	Хвощ лесной	<0,10	29
21.	Герань лесная	<0,10	14
22.	Кочедыжник женский	<0,10	10
23.	Багульник болотный	<0,10	14
24.	Вереск обыкновенный	<0,10	5
25.	Морошка	<0,10	5

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие	Встречаемость на пробных площадях, %
26.	Осока черная	<0,10	5
27.	Вероника дубравная	<0,10	5
28.	Иван-чай	<0,10	5
29.	Белоус торчащий	<0,10	5
30.	Луговик дернистый	<0,10	5
	Мохово-лишайниковый ярус		
1.	Дикранум метловидный	1,41	90
2.	Гилокомиум блестящий	0,96	76
3.	Ритидиадельфус трехгранный	0,76	62
4.	Плеурозиум Шребера	0,54	71
5.	Политрихум можжевельниковый	0,21	38
6.	Политрихум обыкновенный	0,10	24
7.	Птилиум гребенчатый	0,10	24
8.	Мниум волнистый	<0,10	14
9.	Пельтигера собачья	<0,10	29
10.	Кладония оленья	<0,10	14
11.	Кладония удлиненная	<0,10	10
12.	Кладония красноплодная	<0,10	10
13.	Плагиохилла порелловидная	<0,10	5
14.	Кладония чешуйчатая	<0,10	5
15.	Сфагнум Гиргензона	<0,10	10

В березняке черничном (табл. 4.15) было выявлено 18 видов, из них 14 – в травяно-кустарничковом ярус, и 4 – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*), значительного обилия достигают такие кустарнички как черника (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), голубика (*Vaccinium uliginosum*) и вороника (*Empetrum nigrum*). Сравнительно обильны такие виды, как клевер ползучий (*Trifolium repens*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*) и ожика волосистая (*Luzula pilosa*). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*) и плеурозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi*).

Таблица 4.15. Обилие (баллы по шкале Браун-Бланке) различных видов растений напочвенного покрова березняка черничного

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие
	Травяно-кустарничковый ярус	
1.	Лерхенфельдия извилистая	2,00
2.	Черника	1,25
3.	Брусника	1,17
4.	Голубика	1,00
5.	Вороника	0,75
6.	Клевер ползучий	0,67
7.	Марьянник луговой	0,50
8.	Ожика волосистая	0,45
9.	Тысячелистник обыкновенный	0,34
10.	Дерен шведский	0,34
11.	Линнея северная	0,33
12.	Седмичник европейский	0,27
13.	Щавель	0,17
14.	Золотарник	<0,10
	Мохово-лишайниковый ярус	
1	Дикранум метловидный	0,84
2	Плеурозиум Шребера	0,67
3	Дикранум многоножковый	0,34
4	Гилокомиум блестящий	0,17

В сосняке брусничном (табл. 4.16) был выявлен 21 вид. Из них 12 – в травяно-кустарничковом ярусе, 9 – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладает брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и вороника (*Empetrum nigrum*). Сравнительно обильны такие виды как черника (*Vaccinium myrtillus*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют плеурозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi*) и дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*). Значительное обилие, наряду с дикранумом многоножковым (*Dicranum polysetum*) имеют кладония лесная (*Cladonia sylvatica*) и кладония оленья (*Cladonia rangiferina*).

Таблица 4.16. Обилие (баллы по шкале Браун-Бланке) различных видов растений напочвенного покрова сосняка брусничного

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие
	Травяно-кустарничковый ярус	
1.	Брусника	2,40
2.	Вороника	1,77
3.	Черника	0,53
4.	Лерхенфельдия извилистая	0,40
5.	Толокнянка обыкновенная	0,27
6.	Марьянник луговой	0,24
7.	Седмичник европейский	0,13
8.	Золотарник	<0,10
9.	Ожика волосистая	<0,10
10.	Дерен шведский	<0,10
11.	Арктоус альпийский	<0,10
12.	Колокольчик круглолистный	<0,10
	Мохово-лишайниковый ярус	
1.	Плеурозиум Шребера	1,67
2.	Дикранум метловидный	1,25
3.	Кладония оленья	0,50
4.	Кладония лесная	0,47
5.	Дикранум многоножковый	0,47
6.	Политрихум можжевельниковый	0,20
7.	Кладония красноплодная	0,10
8.	Пельтигера собачья	<0,10
9.	Кладония sp.	<0,10

В ельнике брусничном (табл. 4.17) было выявлено 14 видов. Из них 10 – в травяно-кустарничковом ярусе, а 4 – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), черника (*Vaccinium myrtillus*), лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*) и вороника (*Empetrum nigrum*). Сравнительно обильны такие виды, как марьянник луговой (*Melampyrum pratense*) и линнея северная (*Linnaea borealis*). В мохово-лишайниковом ярусе доминирует гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Сравнительно обильны плеурозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi*) и дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*).

Таблица 4.17. Обилие (баллы по шкале Браун-Бланке) различных видов растений напочвенного покрова ельника брусничного

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие
	Травяно-кустарничковый ярус	
1.	Брусника	1,60
2.	Черника	1,40
3.	Лерхенфельдия извилистая	1,20
4.	Вороника	1,00
5.	Марьянник луговой	0,70
6.	Линнея северная	0,70
7.	Ожика волосистая	0,44
8.	Голубика	0,30
9.	Седмичник европейский	0,12
10.	Вереск обыкновенный	<0,10
	Мохово-лишайниковый покров	
1.	Гилокомиум блестящий	3,20
2.	Плеурозиум Шребера	0,70
3.	Дикранум метловидный	0,50
4.	Кладония оленья	0,30

В березняке брусничном (табл. 4.18) был обнаружен 21 вид. Из них 12 видов – в травяно-кустарничковом ярусе, 9 видов – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладает вороника (*Empetrum nigrum*), значительного обилия достигают лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и черника (*Vaccinium myrtillus*). Сравнительно обильны такие виды, как голубика (*Vaccinium uliginosum*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*) и арктоус альпийский (*Arctous alpina*) (рис. 4.17). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют плеурозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi*), политрихум можжевельниковый (*Polytrichum juniperinum*), кладония лесная (*Cladonia sylvatica*), кладония оленья (*Cladonia rangiferina*). Сравнительно обильны дикранумы.



Рисунок 4.17. Арктоус альпийский – стелющийся кустарничек, получивший наибольшее распространение в тундровых биоценозах и редколесьях.

Таблица 4.18. Обилие (баллы по шкале Браун-Бланке) различных видов растений напочвенного покрова березняка брусничного

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие
Травяно-кустарничковый ярус		
1.	Вороника	2,19
2.	Лерхенфельдия извилистая	1,32
3.	Брусника	1,25
4.	Черника	1,00
5.	Голубика	0,88
6.	Марьянник луговой	0,69
7.	Дерен шведский	0,69
8.	Арктоус альпийский	0,44
9.	Линнея северная	0,26
10.	Ожика волосистая	<0,10
11.	Седмичник европейский	<0,10
12.	Плаун годичный	<0,10

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие
	Мохово-лишайниковый ярус	
1.	Плеурозиум Шребера	0,57
2.	Политрихум можжевельниковый	0,50
3.	Кладония лесная	0,50
4.	Кладония оленья	0,50
5.	Дикранум метловидный	0,38
6.	Дикранум многоножковый	0,38
7.	Гилокомиум блестящий	0,19
8.	Ритидиадельф трехгранный	<0,10
9.	Кладония удлиненная	<0,10

В осиннике разнотравном (табл. 4.19) было выявлено 11 видов. При этом все они обнаружены в травяно-кустарничковом ярусе. В данном ярусе преобладает крапива двудомная (*Urtica dioica*). Сравнительно обилен ряд видов таких лесных трав как дудник лекарственный или дягиль (*Angelica archangelica*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*), герань лесная (*Geranium pratense*). При этом по обилию он в значительной степени выровнен. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

Таблица 4.19. Обилие (баллы по шкале Браун-Бланке) различных видов растений напочвенного покрова осинника разнотравного

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие
	Травяно-кустарничковый ярус	
1.	Крапива двудомная	2,20
2.	Дягиль или дудник лекарственный	0,50
3.	Марьянник луговой	0,40
4.	Ожика волосистая	0,40
5.	Герань лесная	0,40
6.	Хвощ лесной	0,30
7.	Плаун годичный	0,20
8.	Лерхенфельдия извилистая	0,20
9.	Бор развесистый	0,20
10.	Вероника дубравная	0,10
11.	Горошек заборный	<0,10

В сосняке мохово-лишайниковом (табл. 4.20) было выявлено 15 видов. Из них 9 видов – в травяно-кустарничковом ярусе, 6 видов – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают вороника (*Empetrum nigrum*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и черника (*Vaccinium myrtillus*). Остальные виды имеют сравнительно невысокое обилие. В мохово-лишайниковом ярусе доминирует плеурозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi*), обильны кладония лесная (*Cladonia sylvatica*) и кладония оленья (*Cladonia rangiferina*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*).

Таблица 4.20. Обилие различных видов растений напочвенного покрова сосняка мохово-лишайникового.

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие (баллы по шкале Браун-Бланке)
Травяно-кустарничковый ярус		
1.	Вороника	2,38
2.	Брусника	1,88
3.	Черника	1,38
4.	Арктоус альпийский	0,25
5.	Линнея северная	0,19
6.	Голубика	0,13
7.	Вереск обыкновенный	0,13
8.	Марьянник луговой	<0,10
9.	Ожика волосистая	<0,10
Мохово-лишайниковый ярус		
1.	Плеурозиум Шребера	3,38
2.	Кладония лесная	1,13
3.	Кладония оленья	0,88
4.	Дикранум метловидный	0,75
5.	Кладония удлиненная	0,19
6.	Цетрария исландская	<0,10

В сосняке кустарничково-сфагновом (табл. 4.21) встречается всего 18 видов. Из них 11 видов – в травяно-кустарничковом ярусе, 7 видов – в мохово-лишайниковом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris*), пушица (*Eriophorum sp.*). Имеют значительное обилие такие виды,

как морошка (*Rubus chamaemorus*), голубика (*Vaccinium uliginosum*) и береза карликовая (*Betula nana*). Сравнительно обильны такие виды, как багульник болотный (*Ledum palustre*) и вороника (*Empetrum nigrum*). В мохово-лишайниковом ярусе преобладают виды рода сфагнум (*Shagnum*).

Таблица 4.21. Обилие различных видов растений напочвенного покрова сосняка кустарничково-сфагнового

№ п/п	Вид растения	Среднее обилие (баллы по шкале Браун-Бланке)
Травяно-кустарничковый ярус		
1.	Вереск обыкновенный	2,67
2.	Клюква болотная	1,67
3.	Пушица	1,67
4.	Морошка	1,17
5.	Голубика	1,00
6.	Береза карликовая	1,00
7.	Багульник болотный	0,83
8.	Вороника	0,67
9.	Росянка круглолистная	0,33
10.	Брусника	0,17
11.	Пальчатокоренник (sp.)	<0,10
Мохово-лишайниковый ярус		
1.	Сфагнум (sp.)	1,20
2.	Сфагнум магелланский	1,00
3.	Сфагнум волосистый	0,80
4.	Сфагнум узколистый	0,80
5.	Сфагнум бурый	0,70
6.	Политрихум обыкновенный	0,40
7.	Дикранум метловидный	0,33

Таким образом, в представленных типах леса видовой список представлен 68 видами (45 – в травяно-кустарничковом ярусе и 23 – в мохово-лишайниковом).

В черничных типах леса преобладают в травяно-кустарничковом ярусе черника (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). При этом последний вид является доминантным в березняках. Достигает значительного обилия и

встречаемости, особенно в сосняках, вороника (*Empetrum nigrum*). В мохово-лишайниковом ярусе наиболее обильны такие зеленые мхи, как дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*), плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*) и гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*).

В брусничных типах леса в травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), вороника (*Empetrum nigrum*), черника (*Vaccinium myrtillus*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). При этом в березняках доминирует вороника (*Empetrum nigrum*). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*) и гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Относительно высокое обилие, особенно в сосняках и березняках, имеют кладонии оленья (*Cladonia rangiferina*) и кладония лесная (*Cladonia sylvatica*).

В разнотравном осиннике господствует крапива двудомная (*Urtica dioica*). Сравнительно обилен ряд видов лесных трав (дягиль (*Angelica archangelica*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*) и герань лесная (*Geranium pratense*)), значительно выровненный по обилию. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

В мохово-лишайниковом сосняке в травяно-кустарничковом ярусе преобладают вороника (*Empetrum nigrum*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и черника (*Vaccinium myrtillus*). В мохово-лишайниковом ярусе доминирует плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), обильны кладонии лесная (*Cladonia sylvatica*) и оленья (*Cladonia rangiferina*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*).

В кустарничково-сфагновом сосняке преобладают в травяно-кустарничковом ярусе вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris*), пушица (*Eriophorum sp.*). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют виды рода сфагнум (*Shagnum*).

В целом в травяно-кустарничковом ярусе напочвенного покрова в представленных типах леса доминируют виды семейств: *Ericaceae*

(верескового) – 7 видов, *Leguminosae* (бобового) – 3 вида, а также *Graminaea* (злаки) - 4 вида. Остальные семейства (*Athyriaceae*, кочедыжниковые *Betulaceae*, березовые, *Campanulaceae*, колокольчиковые, *Caprifoliaceae*, жимолостные, *Compositae*, сложноцветные, *Cornaceae*, кизилловые *Cyperaceae*, осоковые *Droseraceae*, росянковые, *Dryopteridaceae*, щитовниковые, *Empetraceae*, водяниковые, *Equisetaceae*, хвощевые, *Geraniaceae*, гераниевые, *Juncaceae*, ситниковые, *Liliaceae*, лилейные, *Lycopodiaceae*, плауновые, *Onagraceae*, кипрейные, *Orchidaceae*, орхидные, *Oxalidaceae*, кисличные, *Polygonaceae*, гречишные, *Primulaceae*, первоцветные, *Pyrolaceae*, грушанковые, *Rosaceae*, розоцветные, *Scrophulariaceae*, норичниковые, *Umbelliferaea*, зонтичные, *Urticaceae*, крапивные) представлены 1-2 видами.

4.9. Изменение напочвенного покрова при удалении от берега моря.

Изучение видового состава и разнообразия растений напочвенного покрова, их изменения на 4 пробных площадях (пробные площади 19-22) вдоль трансекты приморское растительное сообщество - биоценоз ельника черничного показал следующее.

В травяно-кустарничковом ярусе (табл. 4.22) обилие видов растений по мере удаления от берега возрастает, а количество видов, индекс Шеннона и показатель выравненности сначала постепенно растут, достигая максимума на 20 метрах (доминантами выступают дерен шведский, черника и вороника), а затем сокращаются. В тоже время на 50 метрах удаления от берега формируется мохово-лишайниковый ярус и количество видов в целом для напочвенного покрова достигает максимума (10).

Таблица 4.22. Показатели разнообразия напочвенного покрова по мере удаления от берега.

	0 м. от берега	10 м. от берега	20 м. от берега	50 м. от берега
	Травяно-кустарничковый ярус			
Обилие растений	6,60	6,00	9,60	9,70
Количество видов	5	5	7	6
Индекс Шеннона	1,27	1,36	1,69	1,19
Показатель выравненности	0,79	0,84	0,87	0,66
	Мохово-лишайниковый ярус			
Обилие растений	-	1,00	-	4,50
Количество видов	-	1	-	4
Индекс Шеннона	-	-	-	1,27
Показатель выравненности	-	-	-	0,92

Около берега преобладают такие виды травяно-кустарничкового яруса, как лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*) и триполиум обыкновенный или астра солончаковая (*Tripolium vulgare*) (табл. 4.26), характерный представитель берегов Белого моря. Сравнительно обильна вороника (*Empetrum nigrum*). На 10 метрах свое господство сохраняют лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). В тоже время исчезают такие виды, как астра солончаковая (*Tripolium vulgare*), скерда кровельная (*Crepis tectorum*), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*). Сравнительно обильны такие виды, как вороника (*Empetrum nigrum*) и дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*). Появляется мохово-лишайниковый ярус, представленный дикранумом метловидным (*Dicranum scoparium*). На 20 м доминантами становятся дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*), вороника (*Empetrum nigrum*) и черника (*Vaccinium myrtillus*). Сравнительно обильны лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). Появляются другие лесные виды, начинает формироваться растительность, характерная ельнику черничнику. В тоже время мохово-лишайниковый ярус отсутствует. На 50 м доминируют черника (*Vaccinium myrtillus*) и дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*). Сравнительно обильна лерхенфельдия

извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). Мохово-лишайниковый ярус представлен зелеными и сфагновыми мхами.

Таблица 4.23. Обилие видов напочвенного покрова травяно-кустарничкового яруса по мере удаления от берега.

Виды	0 м. от берега	10 м. от берега	20 м. от берега	50 м. от берега
Лерхенфельдия извилистая	3,00	3,00	1,00	1,00
Вороника	1,00	1,00	2,00	
Дерен шведский		1,00	3,00	3,00
Грушанка круглолистная	0,10			
Астра солончаковая	2,00			
Скерда кровельная	0,50			
Седмичник европейский		0,50		
Осока		0,50		
Марьянник луговой			0,50	
Голубика			0,10	
Черника			2,00	5,00
Брусника			1,00	0,50
Ожика волосистая				0,10
Майник двулистный				0,10

Таким образом, вдоль трансекты приморское растительное сообщество – биоценоз ельника черничного происходит постепенное увеличение обилия и количества видов, изменение видового состава и доминирующих видов, формируется растительность характерная для ельника черничника.

5. ИСКУССТВЕННЫЕ ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА.

На территории Соловецкого архипелага, начиная с первой половины XIX века, проводятся посадки и посев различных интродуцентов, которые составляют неотъемлемую часть лесной растительности островов. В данном разделе описаны два из наиболее значимых искусственных насаждений Соловков.

5.1. Насаждение, сформировавшееся на месте дендропитомника в урочище «Варварка».

В районе урочища «Варварка» расположены два дендропитомника. Созданы они были в 1928 г. путем посева в подготовленный открытый грунт (в гряды) семян различных пород (Ипатов и др., 2005б).

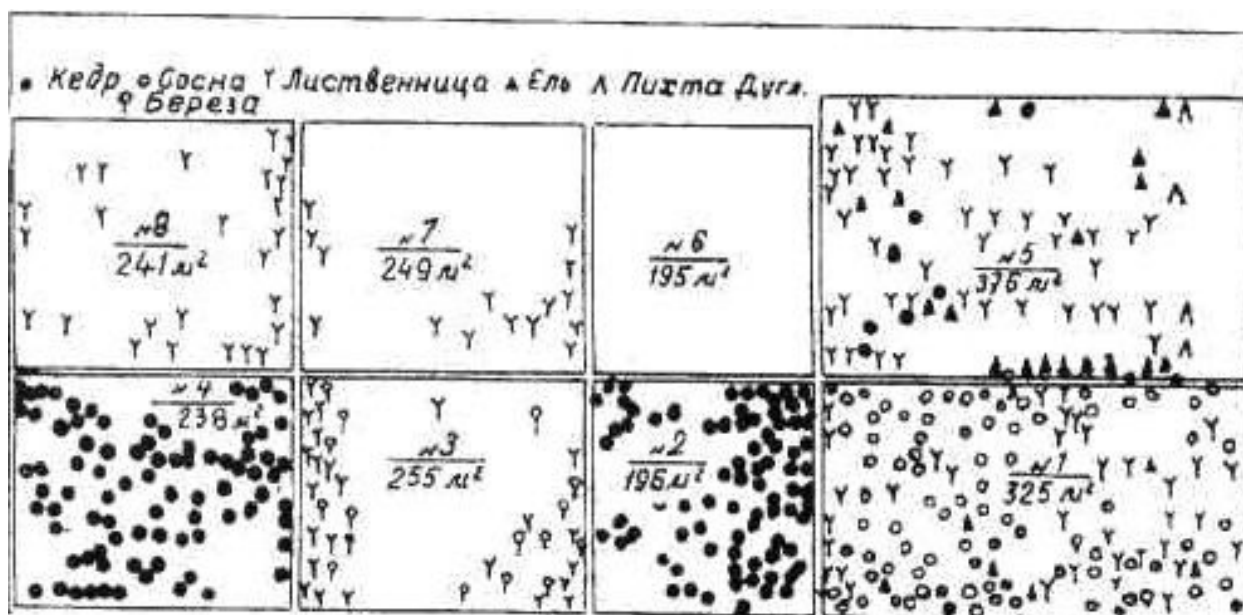


Рисунок 5.1. Схема расположения делянок питомника №1 «Варварка» (Ипатов и др., 2005).

Нами был обследован детально один из питомников (пробная площадь 36), в котором представлено большее количество пород и значительнее

занимаемая им площадь (0,23 г.). Он разделен на 8 делянок, на которых в различном смешении произрастают: сосна сибирская кедровая, лиственница сибирская, псевдотсуга Мензиса, сосна обыкновенная, ель европейская или обыкновенная, береза (рис. 5.1).

Береза, ель европейская и сосна обыкновенная является породами естественно произрастающими на Соловках. Остальные породы – интродуценты. Лиственница сибирская (рис. 5.2) естественно растет в Сибири и заходит на северо-восток европейской части страны, сосна сибирская (рис. 5.3) исключительно сибирский вид, а псевдотсуга Мензиса из Северной Америки.



Рисунок 5.2. Лиственница сибирская плодоносит на Соловках, хотя практически не дает возобновления.



Рисунок 5.3. Сосна сибирская на Соловках встречается как в культурах, так и в естественных насаждениях.

Представленные породы произрастают в одном типе условий местопроизрастания – черничном, наиболее распространенном на островах (занимает 62,2% территории), питомник окружен спелым ельником черничным. Почва – подзол супесчаный маломощный на валунном суглинке.

Исследование нами проводилось на делянках 1, 4 и 5. Поэтому при анализе не учитывалась береза, а рассматривались только хвойные породы.

Анализ таксационных показателей древесных пород (табл. 5.1) показал следующее.

Наибольший средний диаметр имеет псевдотсуга Мензиса (27 см), на втором месте находится лиственница сибирская, заметно отставая в росте по этому показателю (20,7 см), замыкают ряд ель европейская, сосна обыкновенная и сибирская, незначительно отличаясь друг от друга по

среднему диаметру (средний диаметр соответственно уменьшается от 17,1 до 15,8 см).

Таблица 5.1. Характеристика древостоев хвойных пород на ПП 36.

Порода	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс возраста	Бонитет
Псевдотсуга Мензиса	27,0	18,8	4	III
Лиственница сибирская	20,7	18,9	4	III
Ель европейская	17,1	17,7	4	III
Сосна обыкновенная	16,8	18,5	4	III
Сосна сибирская	15,8	16,8	4	IV

По средней высоте отличия между породами заметно меньше, особенно если учесть, что высотомер дает точность измерения $\pm 0,5$ м. Наименьшие значения имеют сосна сибирская (16,8 м) и ель европейская (17,7 м). Остальные породы имеют более высокие значения, незначительно отличаясь друг от друга (18,9-18,5 м).

Обращает на себя внимание бонитет. Он для всех пород кроме сосны сибирской 3 и лишь для последней 4. Насаждения такого класса бонитета для Соловков (80,9% древостоев – 5-5б классов, 14,4% - 4 класса, 4,6% - 3 класса), как и в целом для северной подзоны тайги, редкость. Причинами такого высокого класса бонитета, вероятно, является подготовка почвы под питомник и высокая густота стояния: делянка №1 – 2968 шт./га., делянка №5 – 1945 шт./га. (Ипатов и др., 2005б).

Последняя, видимо, явилась одной из причин отставания в росте от других пород сосны сибирской (у деревьев этой породы одни из самых низких таксационных показателей). При этом значительная часть деревьев этой породы (47%) усохла. Усыхание идет, прежде всего, за счет тонкомерных экземпляров отставших в росте. Средний диаметр сухих деревьев (7,5 см.) в два раза меньше здоровых (14,7 см.).

Анализ многолетней динамики годичного прироста (табл. 5.2) показывает, что у всех представленных пород деревьев имеется тенденция снижения ширины годичного кольца или тренд обусловленный влиянием возраста. Последний у большинства видов почти прекратился в конце 70-х годов, величина прироста колеблется около некоторого стационарного состояния. В то же время у псевдотсуги тренд снижения прироста продолжается, хотя и не так быстро как в начале роста (рис. 5.4).

Таблица 5.2. Средняя ширина годичного кольца древесных пород (мм.).

Десяти-летия	Годы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосна сибирская										
1950		1,69	1,66	1,73	1,34	1,52	1,50	1,36	1,35	1,58
1960	1,62	1,49	1,35	1,46	1,64	1,54	1,52	1,58	1,38	1,22
1970	1,05	1,09	0,78	0,91	0,61	0,61	0,71	0,56	0,66	0,49
1980	0,73	0,63	0,78	0,83	0,65	0,75	0,69	0,60	0,47	0,40
1990	0,68	0,48	0,41	0,50	0,40	0,48	0,48	0,54	0,54	0,67
2000	0,51	0,52	0,33	0,37	0,32	0,32				
Лжетсуга Мензиса										
1950				3,24	2,80	1,94	2,74	2,08	1,93	2,35
1960	2,41	2,15	1,94	2,44	2,50	2,56	2,46	1,93	1,58	1,71
1970	1,95	1,71	1,61	1,64	1,64	1,76	1,73	1,65	1,29	1,30
1980	1,60	1,64	1,66	1,65	1,76	1,60	1,68	1,65	1,28	1,35
1990	1,43	1,34	1,50	1,68	1,43	1,23	1,18	1,16	1,28	1,40
2000	1,44	1,15	1,08	1,09	0,85	0,88				
Ель обыкновенная										
1950							1,77	1,47	1,55	1,47
1960	1,48	1,23	1,32	1,29	1,26	1,10	1,12	0,92	0,97	0,84
1970	0,63	0,81	0,66	0,65	0,52	0,54	0,62	0,43	0,51	0,40
1980	0,41	0,26	0,41	0,51	0,44	0,47	0,45	0,41	0,30	0,29
1990	0,38	0,40	0,39	0,45	0,44	0,33	0,42	0,39	0,41	0,36
2000	0,37	0,42	0,32	0,32	0,30	0,28				
Сосна обыкновенная										
1950					1,50	1,22	1,60	1,18	1,19	1,23
1960	1,04	0,81	0,75	0,88	0,89	0,87	0,90	0,73	0,73	0,67
1970	0,66	0,64	0,49	0,41	0,36	0,43	0,52	0,49	0,47	0,42
1980	0,47	0,46	0,55	0,49	0,44	0,48	0,53	0,62	0,50	0,42
1990	0,38	0,34	0,35	0,42	0,41	0,50	0,50	0,44	0,43	0,50
2000	0,39	0,35	0,41	0,46	0,33	0,34				

Десятилетия	Годы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Лиственница сибирская									
1950	2,27	2,31	2,72	2,84	2,35	2,62	2,59	2,36	1,92	1,88
1960	1,82	1,75	1,28	1,22	1,51	1,61	1,51	1,63	1,35	1,24
1970	1,21	0,98	1,17	1,13	0,76	0,57	0,83	1,22	0,63	0,74
1980	0,77	0,71	0,88	1,18	1,04	0,88	1,01	0,66	0,54	0,44
1990	0,62	0,57	0,63	0,64	0,67	0,57	0,57	0,59	0,61	0,63
2000	0,79	0,78	0,47	0,71	0,66	0,64				

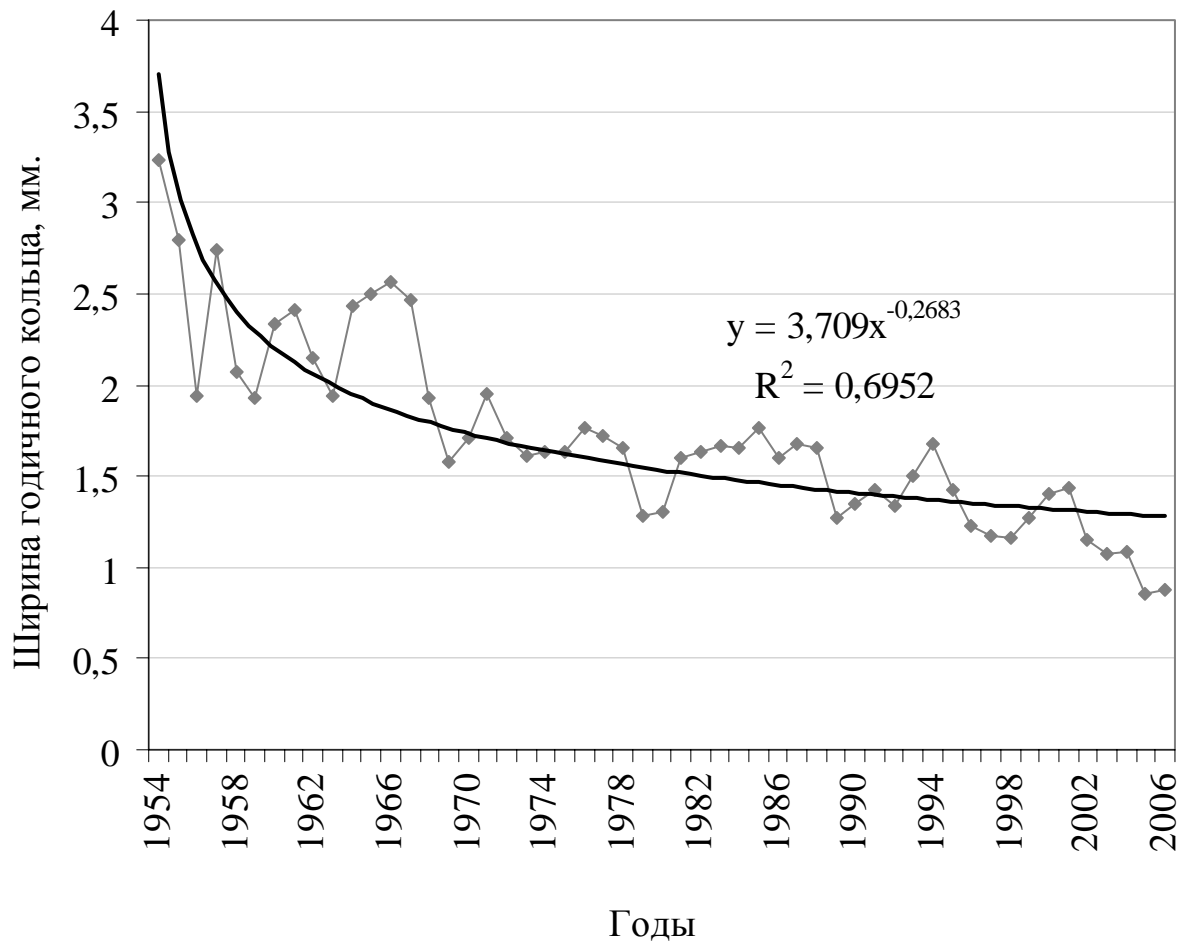


Рисунок 5.4. Многолетняя динамика годичного прироста псевдотсуги Мензиса.

Если сравнить ширину годичного кольца разных пород при их совместном произрастании в питомнике, то получим следующее.

Средняя ширина годичного слоя за весь период роста максимальна для псевдотсуги и она составляет 1,71 мм, несколько меньше у лиственницы

сибирской – 1,18 мм., затем идет сосна сибирская - 0,91 мм, и замыкает ряд ель европейская - 0,66 мм и сосна обыкновенная - 0,62 мм.

В самом начале своего роста наибольшая ширина была у псевдотсуги 1,93-3,24 мм, несколько меньше у лиственницы 1,88-2,84 мм, далее идет ель 1,47-1,77 мм, за ним сосна сибирская 1,34-1,73 мм и самое узкое кольцо было у сосны обыкновенной 1,18-1,60 мм (табл. 5.2). К 2006 году самая большая ширина годовичного слоя осталась у псевдотсуги 0,88-1,44 мм, несколько меньше у лиственницы сибирской 0,47-0,79 мм. У остальных пород различия в ширине годовичных колец между собой минимальны. У сосны сибирской они составили 0,32-0,52 мм, у сосны обыкновенной 0,34-0,46 мм и у ели обыкновенной 0,28-0,42 мм. Среди данных пород наиболее заметно упали темпы прироста у ели.

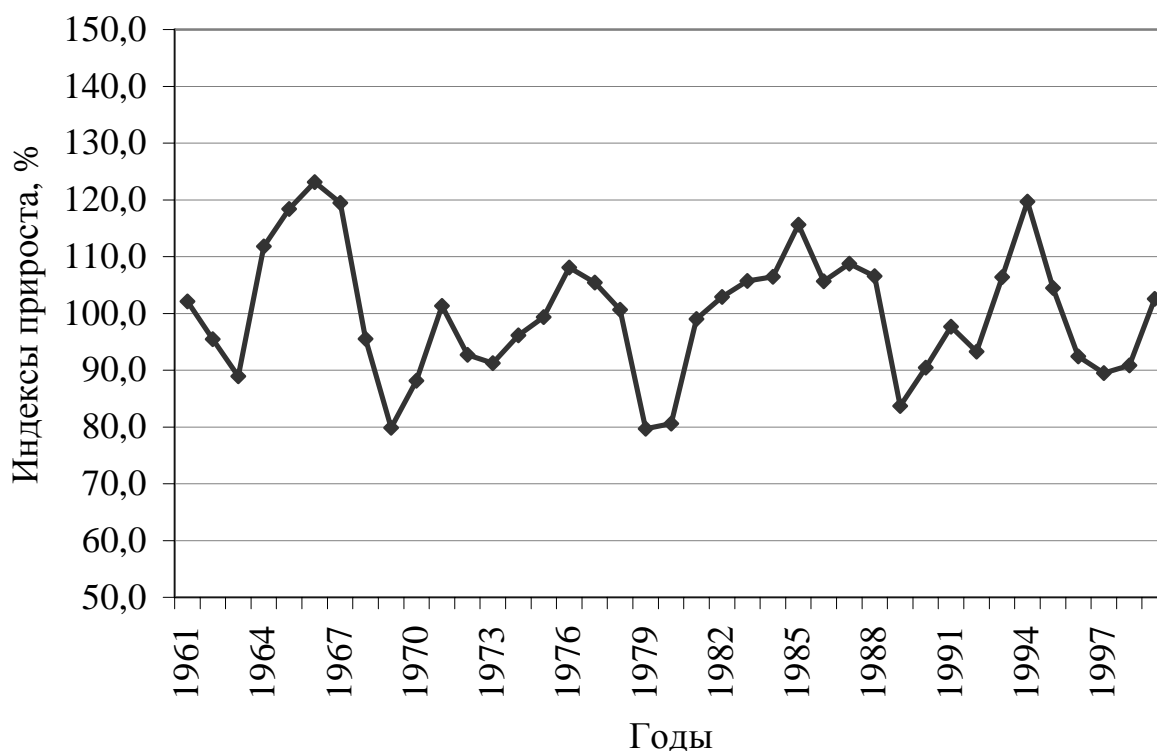


Рисунок 5.5. Динамика индексов прироста псевдотсуги Мензиса.

Таким образом, наибольшими темпами прироста характеризуется псевдотсуга и лиственница, у них ширина годовичного кольца, как в среднем за все время роста, так и за отдельные периоды заметно выше других пород.

При этом прирост псевдотсуги в среднем почти в 3 раза превышает прирост сосны обыкновенной. У остальных пород различия в ширине годичных колец между собой минимальны.

Максимальные значения индексов прироста для представленных пород (рис. 5.5 – 5.9) наблюдались в 1966-1968 гг., 1972-1974 гг., 1976-1978 гг., 1983-1985 гг., 1987-1988 гг., 1991 г., 1994 г., 1997 г., минимальные – в 1959 г., 1963 г., 1967-1968 гг., 1972-1973 гг., 1975 г., 1979-1980 гг., 1982 г., 1985-1986 гг., 1989-1991 гг., 1992-1993 г., 1995 г, 1997 г. Выделяется период значительного подъема значений с 1982 по 1984-1988 гг. и последующего спада по 1990 г.

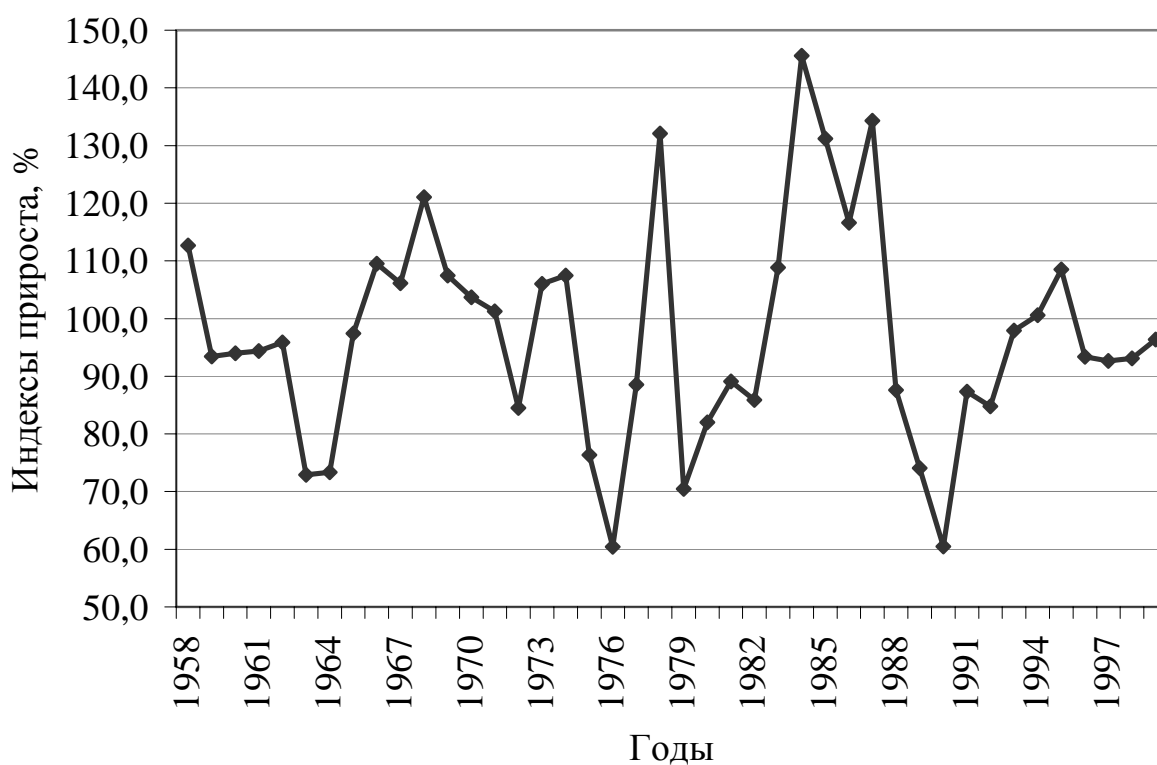


Рисунок 5.6. Динамика индексов прироста лиственницы сибирской.

Амплитуда индексов радиального прироста в питомнике самая низкая у псевдотсуги Мензиса, дисперсия составляет 124,6%, а среднегодовое изменение индексов прироста составляет $8,7 \pm 1,08\%$. Затем идет сосна обыкновенная ($D=211,7\%$, а среднегодовое изменение индексов прироста равно $9,9 \pm 1,16\%$). Далее следуют сосна сибирская и ель европейской

(дисперсии составляют 267,1 и 282,6%, а среднегодовое изменение индексов прироста $15,3 \pm 1,64\%$ и $16,7 \pm 1,91\%$ соответственно). И замыкает ряд лиственница сибирская, дисперсия которой достигает 359,9%, а среднегодовое изменение индексов прироста $15,0 \pm 2,19\%$.

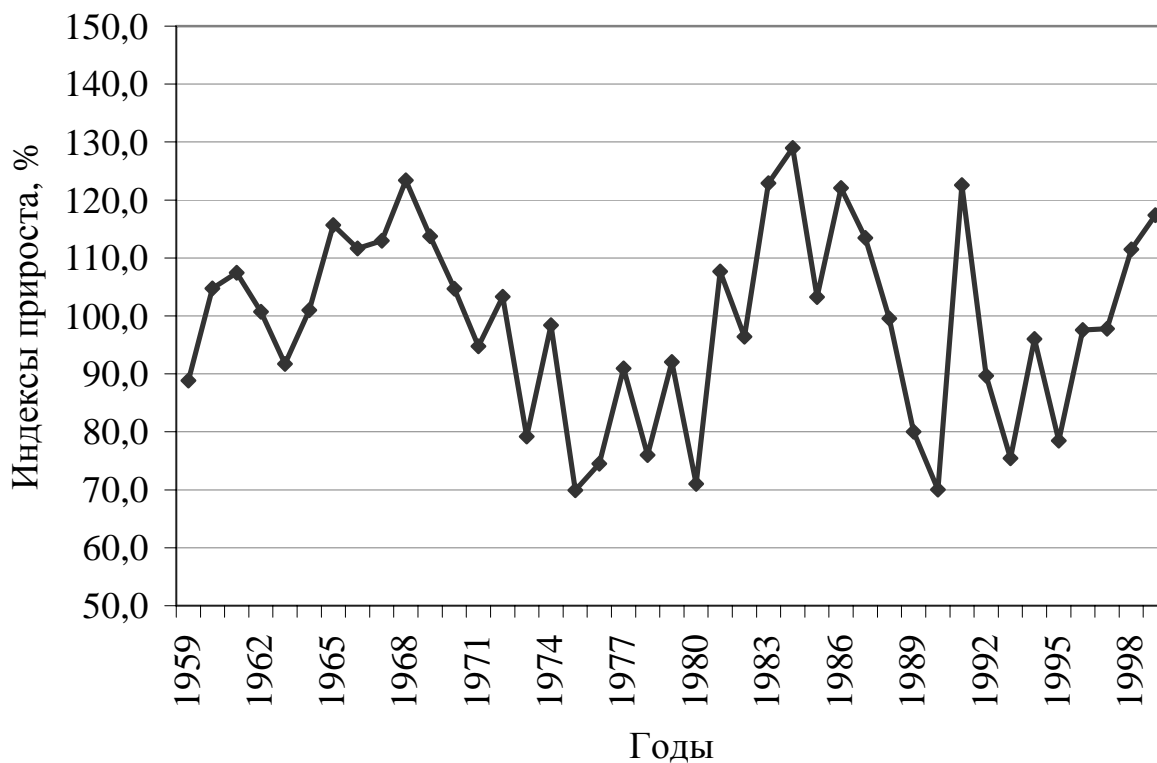


Рисунок 5.7. Динамика индексов прироста сосны сибирской.

Колебания индексов прироста древостоев в питомнике плавные или нормальные (средний период колебаний индексов прироста между минимальными значениями находится в пределах от 3,7 до 6,0 лет). Максимальный средний период колебаний индексов прироста наблюдается у сосны обыкновенной (6,0 лет), чуть меньше у псевдотсуги Мензиса (5,7 лет), затем идет лиственница сибирская (4,7 года) и замыкает ряд ель европейская (3,8 лет) и сосна сибирская (3,7 лет).

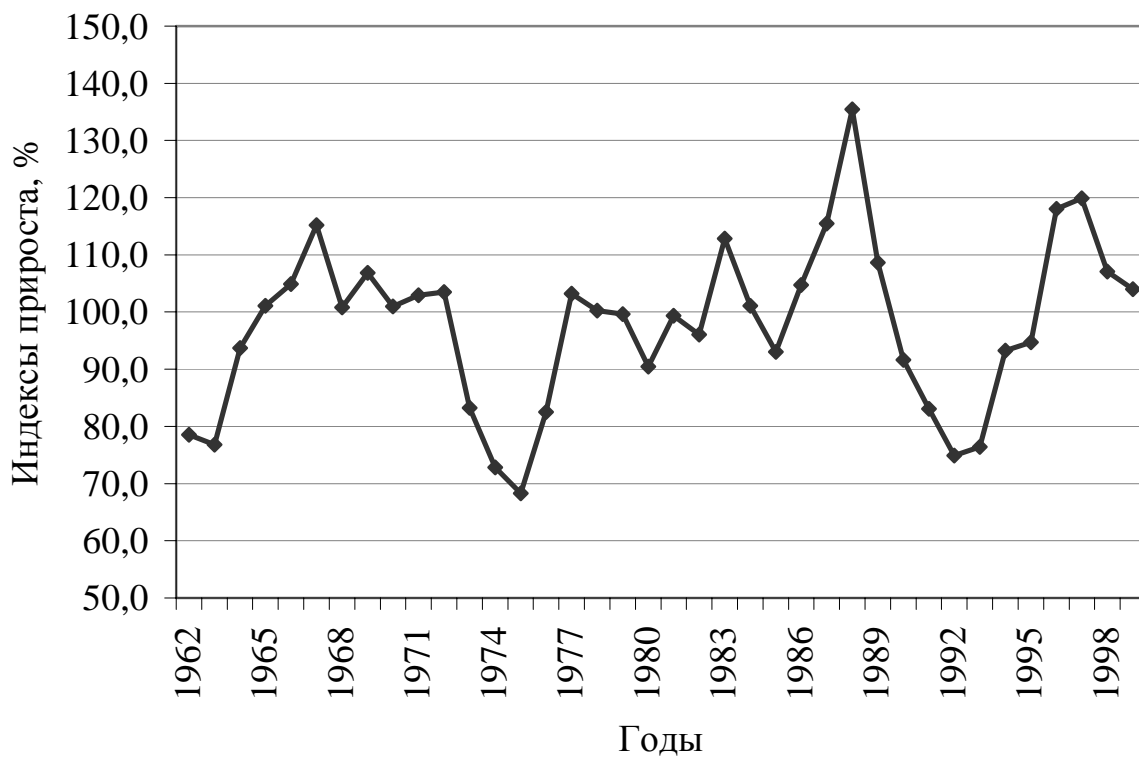


Рисунок 5.8. Динамика индексов прироста сосны обыкновенной.

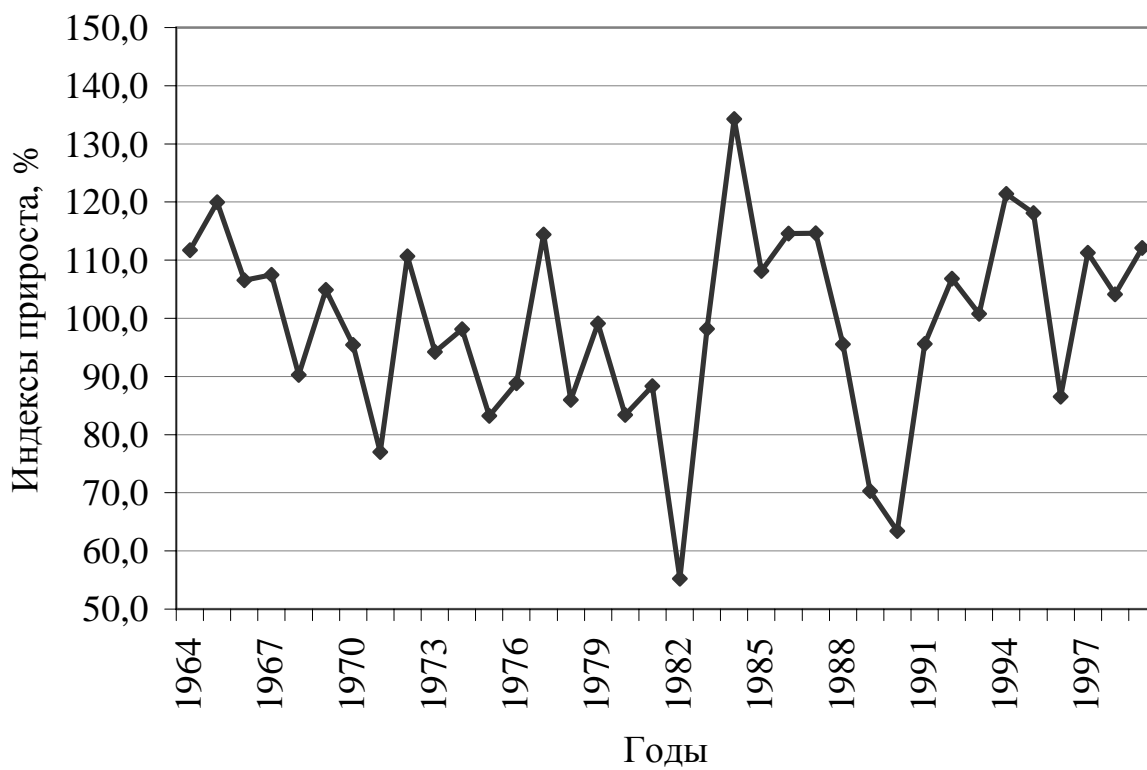


Рисунок 5.9. Динамика индексов прироста ели европейской.

Сопоставляя относительную высоту пород, произрастающих в питомнике с данными по материковым насаждениям и древостоям Соловков (табл. 5.3), выяснилось, что ее значения для дендропитомника выше, чем не только для архипелага, но и для северной подзоны тайги. Это явилось результатом более активного роста в высоту представленных пород в связи с загущенностью насаждений.

Таблица 5.3. Значения относительной высоты для разных пород.

Вид	Относительная высота (H, м / d, см)		
	дендропитомник	Б. Соловецкий остров	материк (Архангельская область)
Сосна обыкновенная	1,14	0,54	0,80
Ель обыкновенная	1,09	0,60	0,93
Береза повислая	-	0,70	1,20
Осина	-	0,80	1,16
Сосна сибирская	1,10	-	
Лиственница сибирская	0,95	-	
Псевдотсуга Мензиса	0,74	-	

Таким образом, наилучшим ростом в дендропитомнике отличаются псевдотсуга Мензиса и лиственница сибирская. Их отличает и прирост по диаметру (ширина годичного слоя) и диаметр и высота. Остальные древесные породы достаточно близки по показателям роста. Для представленных насаждений колебания носят сравнительно плавный, нормальный характер, средний период колебаний индексов прироста между минимальными значениями находится в пределах от 3,7 до 6,0 лет. Минимальные значения амплитуды и максимальные периоды наблюдаются у лжетсуги Мензиса и сосны обыкновенной. Созданные насаждения отличает лучшая форма стволов по сравнению с местными породами деревьев и большая продуктивность.

5.2. Лесные культуры сосны скрученной.

Культуры сосны скрученной на Соловецких островах (ПП 30) были созданы в конце июня 1988 года. 1110 сеянцев этого вида вместе с сеянцами сосны обыкновенной были высажены под меч Колесова без предварительной подготовки почвы на гарь 1980 года. Размещение сеянцев – 2,5 м × 2,5 м. Общая площадь культур - 0,86 га. Почва на участке - подзол маломощный, песчаный, свежий, сильно завалуненный. Тип леса по описаниям напочвенного покрова сосняк чернично-брусничный. При этом на вершине холмов наряду с брусникой появляются лишайники из рода кладония, при снижении к подножию холмов увеличивается доля черники и наблюдается тренд в сторону черничника. Всюду много луговика извилистого, благодаря хорошей освещенности участка.

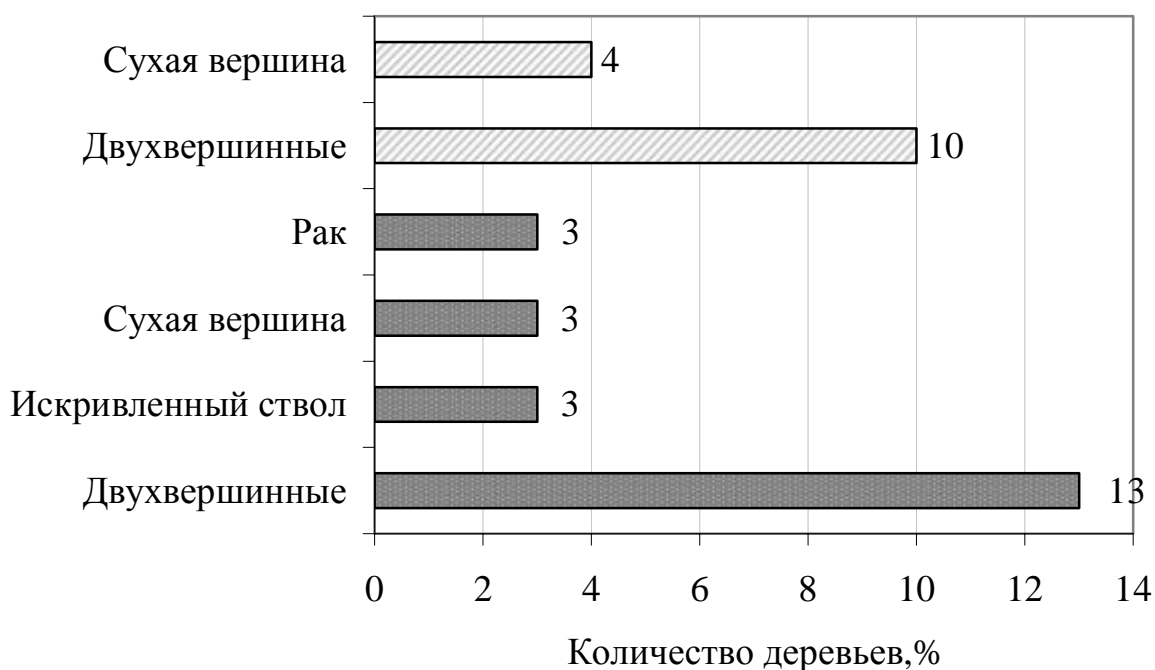


Рисунок 5.10. Патологическое состояние сосны скрученной (внизу) и сосны обыкновенной (вверху).

К моменту исследования сохранность культур довольно высокая у обоих видов, но у сосны обыкновенной она незначительно выше (68 и 75 % соответственно).

В патологическом отношении сосна обыкновенная и сосна скрученная находятся в сравнительно хорошем состоянии. Почти нет патологий или они встречаются у незначительного числа деревьев (рис. 5.10). Обращает на себя внимание лишь несколько повышенное у сосны скрученной по сравнению с сосной обыкновенной проявление двухвершинности (до 13% деревьев), то есть нередки случаи отмирания верхушечных почек. Кроме того, у сосны скрученной имеют место случаи искривления ствола и рак, чего нет на сосне обыкновенной.

По таксационным показателям класс бонитета выше у сосны скрученной, чем у сосны обыкновенной (3 и 4 соответственно). Сумма площадей сечений составила у сосны скрученной 4,7 м²/га, а у сосны обыкновенной 4,4 м²/га. Густота посадки сосны скрученной составила 1300 шт/га. Диаметры на высоте груди у обоих видов различаются незначительно и различия статистически недостоверны (табл. 5.4), но по высоте сосна скрученная превосходит сосну обыкновенную в 1,2 раза (различия достоверны, расчетный критерий Стьюдента 4,5 больше табличного).

Таблица 5.4. Различие параметров сосны скрученной и сосны обыкновенной.

Параметры деревьев	Среднее значение с основной ошибкой		Достоверность различий (критерий Стьюдента)	
	сосна скрученная	сосна обыкновенная	расчетный	табличный
Диаметр на высоте груди, см	6,77±0,22	6,57±0,3	0,5	2,6
Высота, м	5,26±0,13	4,41±0,14	4,5	2,6
Число ветвей 1-го порядка, шт.	57,92±1,39	46,02±1,34	6,2	2,6
Максимальная продолжительность жизни хвои терминального побега, лет	5,41±0,09	3,74±0,07	14,7	2,6

Параметры деревьев	Среднее значение с основной ошибкой		Достоверность различий (критерий Стьюдента)	
	сосна скрученная	сосна обыкновенная	расчетный	табличный
Максимальная продолжительность жизни хвои бокового побега, лет	4,4±0,06	3,42±0,07	10,6	2,6
Объем ствола, м ³	0,011±0,001	0,009±0,001	1,8	2,6

Показатели развития ассимиляционного аппарата, от которых, в конечном итоге, зависят биометрические показатели деревьев, заметно отличаются. Число ветвей первого порядка (отходящих непосредственно от ствола) у сосны скрученной больше в 1,25 раза, а максимальная продолжительность жизни хвои терминального и боковых побегов в среднем больше на 1 год, чем у сосны обыкновенной. Все различия средних значений достоверны (расчетный критерий Стьюдента больше табличного). Следовательно, у сосны скрученной нарастание ассимиляционного аппарата происходит интенсивнее.

Объем ствола у сосны скрученной больше в 1,2 раза, чем у сосны обыкновенной, однако различия эти слишком малы и недостоверны (табл. 4.30). И, тем не менее, тенденция достаточно отчетливая и в перспективе реальная, так как у сосны скрученной в изученный временной интервал создаваемые органические вещества шли на развитие ассимиляционного аппарата.

Что же касается прироста древесины по диаметру, то на рис. 5.11 видно, что у сосны обыкновенной он выше, чем у сосны скрученной на протяжении всего периода роста растений, но эти различия незначительны, а в отдельные годы и одинаковы. Видно, что изменения в приросте разных видов фактически синхронны и кульминация наступает через 12 лет после

посадки – в 2000 году. В это время и несколько последующих лет наблюдалась самая большая ширина годичного кольца. Если до этого времени наблюдалась тенденция увеличения годичного кольца, то в последние годы имеется тенденция снижения. Интересно, что максимальная ширина годичного кольца одинакова и у сосны скрученной и обыкновенной и составляет около 4 мм.

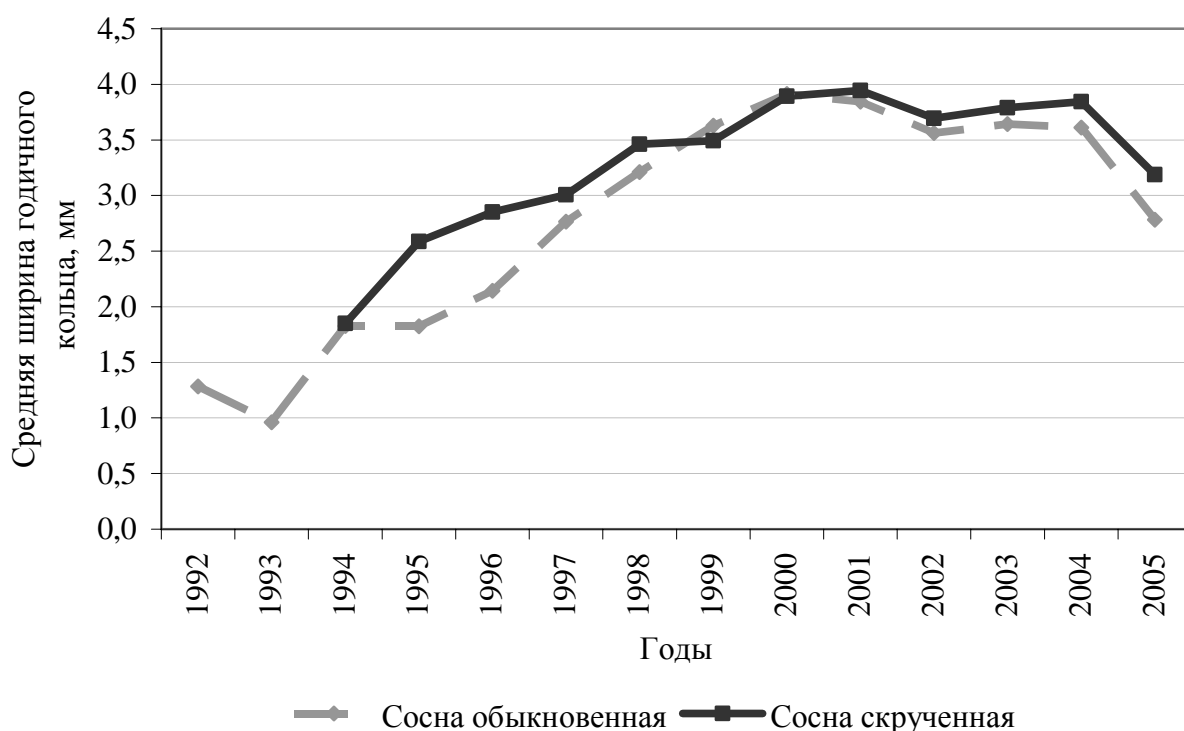


Рисунок 5.11. Динамика изменения ширины годичных колец сосны скрученной и сосны обыкновенной.

Очень важной характеристикой годичного кольца является прирост поздней древесины. Этот слой древесины состоит из мелких, толстостенных клеток, тем самым, определяя прочность древесины.

При сравнении средней ширины слоев поздней древесины (рис. 5.12) оказалось, что в первые годы после посадки они больше у сосны обыкновенной, а в последующие годы уже сосна скрученная незначительно опережает по этому показателю сосну обыкновенную. И если в среднем за весь период роста значения средней ширины слоя поздней древесины

одинаковы у этих пород (0,42 мм и составляет от ширины годичного слоя в разные годы от 11 до 20 %), то тенденции явно разные. У сосны скрученной имеет место отчетливый тренд увеличения зоны поздней древесины с возрастом, а у сосны обыкновенной остается на одном уровне или незначительные тенденции увеличения поздней зоны.

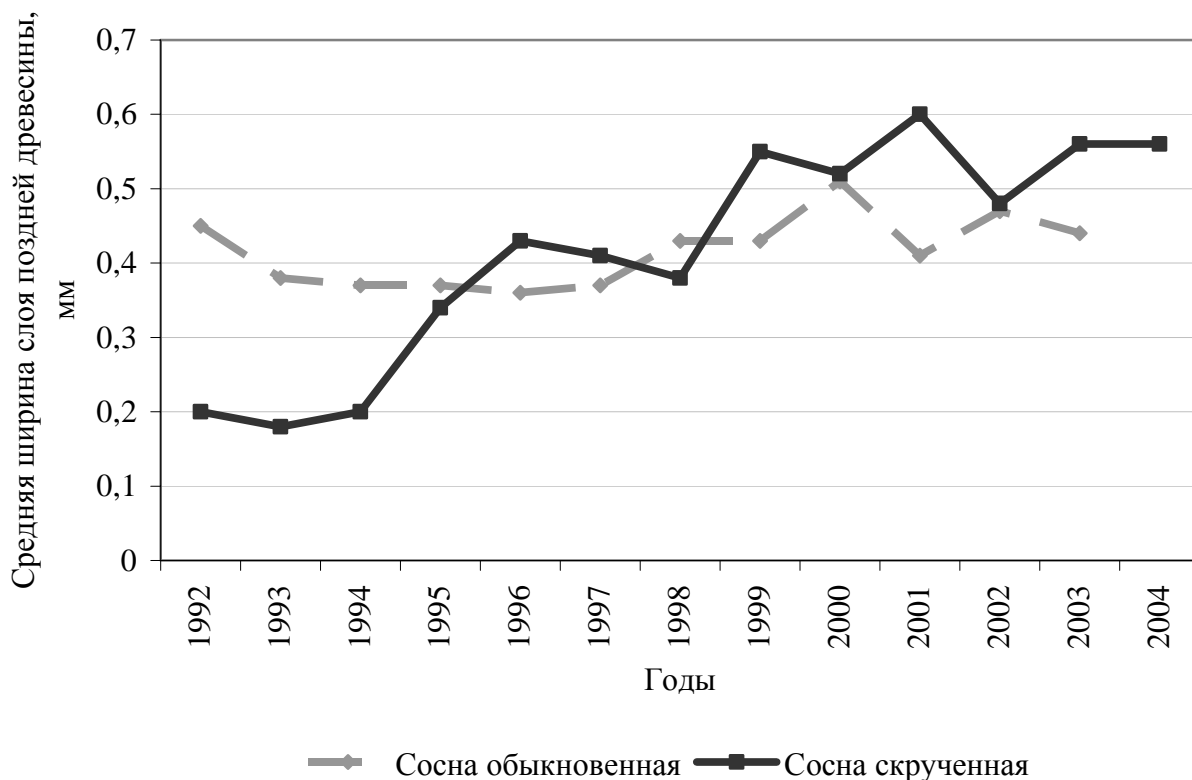


Рисунок 5.12. Изменение ширины слоя поздней древесины сосны скрученной и обыкновенной.

Таким образом, по таксационным показателям сосна скрученная достоверно превосходит сосну обыкновенную по высоте и классу бонитета. Также выше у сосны скрученной и показатели развития ассимиляционного аппарата. В целом отмечается отчетливая тенденция большего увеличения объема ствола сосны скрученной по сравнению с обыкновенной. Изменения в радиальном приросте этих видов фактически синхронны. При этом в последние годы у сосны скрученной имеет место отчетливый тренд увеличения зоны поздней древесины.

6. РЕКРЕАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА, САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЕВ ВДОЛЬ ТРОП

6.1. Паломничество и туризм на Соловки, местное сообщество.

Соловецкий архипелаг, начиная с основания монастыря в XV веке, традиционно является местом паломничества и культурного туризма многих тысяч людей. Сюда их привлекают православные святыни, богатая история, уникальные памятники и природные ландшафты. В настоящее время деятельность, связанная с обслуживанием посетителей островов, является основным и практически единственным направлением экономического развития островов. Вследствие этого современное антропогенное влияние на природные (и не только) комплексы архипелага в той или иной мере связано с туристическим и паломническим потоком.

Этот поток складывался постепенно, при этом были как периоды подъема, так и спада численности посетителей (рис. 6.1).

Неизвестно сколько их было в первые века после образования монастыря, но в 1737 году с мая по август острова посетило 1088 человек (Сошина, 1991). В дальнейшем число паломников неуклонно растет. В самом начале XIX века монастырь посещало за лето 2-3 тысячи человек, в 50-е гг. перед началом Крымской войны – 7-8 тысяч. После событий этой войны, связанных с обстрелом английскими паражодо-фрегатами Соловецкой обители в 1854 году (подробнее об этом можно прочитать в соответствующей литературе), во второй половине XIX века количество паломников выросло по сведениям Федорова (1889) до 11-15 тысяч человек в год. При этом в отдельные дни в монастыре скапливалось до 2000 богомольцев. В самом конце XIX века с проведением железной дороги Ярославль – Архангельск это число увеличилось до 23 тысяч. Сразу после революции в 1917 году число паломников снизилось до 13782 человека

(Ипатов и др., 2005б), а с упразднением монастыря паломничество прекратилось.

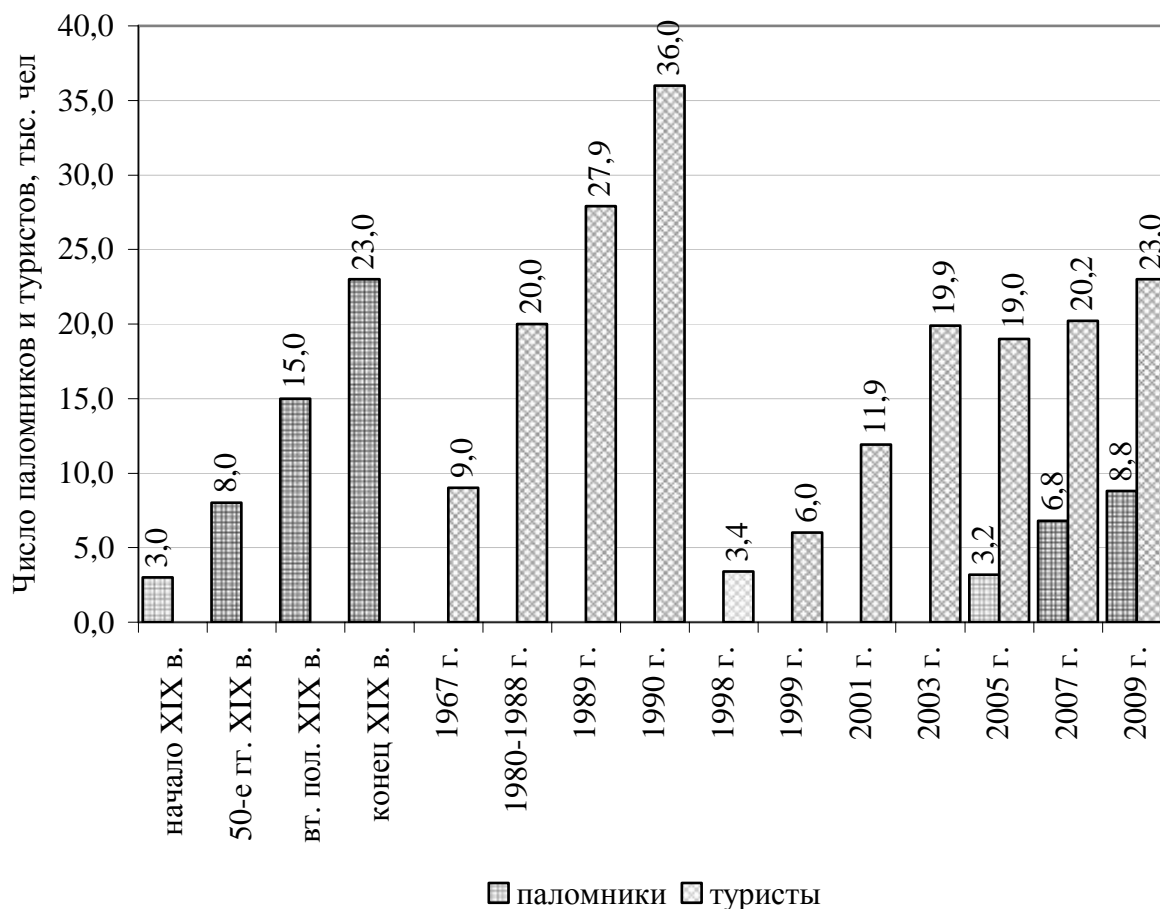


Рисунок 6.1. Динамика численности паломников и туристов, посетивших Соловецкие острова в XIX – нач. XXI века (для 1998-2009 годов приведено только количество паломников и туристов, обслуженных паломнической службой Соловецкого монастыря и экскурсионным бюро Соловецкого музея-заповедника).

В 1957 году на Соловках появились первые туристы, их было всего несколько десятков человек. В 1967 г. было зарегистрировано уже 9 тысяч человек, начался рост туристического потока. В 1980-1988 годах в среднем на год приходилось по 20 тысяч человек. В 1989 и 1990 годах наблюдался пик численности, который составил соответственно 27,9 и 36 тысяч человек.

Единовременное нахождение в 1990 году на островах составляло около 400 человек, а в отдельные пиковые дни более 1,5 тысяч человек.

В 90-е годы XX века в связи со сложной экономической ситуацией в стране численность туристов упала до 3-5 тысяч человек. В тоже время в эти годы на Соловки приезжают первые паломники в возрождающийся монастырь. Начиная с 1999 года, происходит значительный рост числа посетителей.

По сводным данным (Лопаткин, 2009) пассажирских (морских и авиа-) перевозок на Соловки в 2007 году общий поток посетителей островов составил 37 тысяч человек (рис 6.2).



Рисунок 6.2. Распределение численности посетителей Соловецких островов в 2007 году по данным пассажирских перевозок (морским и авиа транспортом).

С учетом сведений о посещении музейных объектов, в этом году посетило острова с целью: культурного туризма (познавательные задачи и

отдых) - 25 тысяч человек (из них только около 20 тысяч были обслужены экскурсионным бюро музея-заповедника, остальные 5 тысяч это индивидуальные посетители и группы), религиозного паломничества и паломнического туризма - 10 тысяч человек, с целью поездки к родственникам и деловой поездки - 2 тысячи человек. Таким образом, в 2007 году общая численность туристов и паломников, посетивших архипелаг, составила 35 тысяч человек, что соответствует максимуму 1990 года. Анализ данных за 2001-2007 годы, проведенный сотрудниками Соловецкого музея-заповедника, показывает, что сложившаяся структура потока посетителей (около 70% - «туристы» и 30% - «паломники») будет сохраняться на обозримую перспективу.

На конец 2009 года численность туристов, обслуженных Соловецким музеем-заповедником экскурсиями, по сравнению с концом девяностых лет XX века выросла почти в 7 раз и составила 23 тысячи человек. При этом в последние годы мы наблюдаем стабилизацию численности туристического потока с учетом его незначительного роста.

В тоже время рекреационное влияние на природную среду Соловецких островов оказывает и местное население, численность которого изменялась в разные периоды истории.

Первые люди появляются на Соловках около 6,5 тысячи лет назад (Мартынов, 2007, 2008), но их посещения имели сезонный характер. При этом степень воздействия на природную среду архипелага была незначительна.

С основания монастыря численность постоянного населения возрастает с нескольких десятков человек в первые десятилетия до 1-1,5 тысячи человек в XVII, XIX веках. Природная среда Соловецких островов в это время испытала преобразовательное воздействие, которое привело к увеличению ландшафтного и видового разнообразия, локальному улучшению условий среды (рис. 6.3).



Рисунок 6.3. Создававшиеся в XV-XX вв. между озерами каналы увеличили проточность озер, снизили заболоченность прилегающих к ним территорий.

После закрытия монастыря в период размещения на Соловках совхоза (1920-23 гг.) и лагеря (1923-1939 гг.) территория островов испытала значительное антропогенное воздействие (лесозаготовки, торфоразработки и пр.), которое не входит в рамки только рекреационного влияния и требует отдельного рассмотрения. В тоже время в соответствии с базой данных Соловецкого музея-заповедника по истории Соловецких лагерей в отдельные годы численность заключенных, находящихся на архипелаге, достигала 16 тысяч человек, в среднем колеблясь в пределах 5-10 тысяч.

Начиная с 1939 года, на Соловецких островах располагается Учебный отряд, а также военная база Северного флота. Первый просуществовал до 1956 года, а последняя была закрыта в 1990 году. В 1942-1944 годах функционировала школа юнг, а с 1944 года начинается складываться

инфраструктура поселка Соловецкий. В последнее десятилетие численность проживающих на Соловецком архипелаге достигает тысячи человек.

6.2. Характер влияния рекреации на лесные насаждения Соловецкого архипелага

Основными формами рекреационного лесопользования в настоящее время на Соловках являются экскурсии по специально установленным маршрутам, неорганизованный туризм (повседневное пребывание, устройство стоянок и пр.) и традиционные формы природопользования местного населения - любительская рыбная ловля, сбор грибов и ягод (рис. 6.4).



Рисунок 6.4. На Соловках во второй половине лета встречается много грибов.

При этом экскурсии в составе организованных групп по специально установленным маршрутам наносят значительно меньший вред, чем неорганизованный туризм. Опыт показывает, что в палаточном лагере на площади 1 га можно в течение 3 месяцев без ущерба для окружающей среды предоставлять ночлег примерно 10 тыс. туристам, в то время как небольшая группа неорганизованных туристов нередко приводит такую же площадь в неудовлетворительное состояние за одни сутки (Пряхин, Николаенко, 1981). При этом происходит вытаптывание значительных площадей, механическое и ожоговое (рис. 6.5) повреждение древостоев, рудерализация (рис. 6.6) и пр.



Рисунок 6.5. Ожоговое повреждение корней деревьев от костров.

Данные виды пользования носят сезонный характер, леса островов в основном посещаются с июня по середину сентября (продолжительность этого периода составляет около 100 дней). Длительность этого периода определяется периодом навигации (в основном катеров со значительной

вместимостью пассажиров) и погодными условиями. В тоже время восстановление лесной среды затрудняется тем, что для этого процесса остается обычно только неблагоприятное время (в основном, за пределами вегетационного периода).



Рисунок 6.6. Рядом со временными и постоянными стоянками часто можно встретить значительное число бытового мусора.

В 2003 году по данным лесоустройства (Ипатов и др., 2005б) для 99,2% территории лесничества (занимает 95,6% площади архипелага), представленной в той или иной мере растительностью, была характерна 1-2 стадия дигрессии, когда изменение природной среды не наблюдается или незначительно. Лишь для 0,8% территории (192,7 га) отмечено среднее или сильное изменение природной среды (3-4 стадия дигрессии). Сообщества с деградированной природной средой (5 стадия дигрессии) отсутствуют.

В настоящее время рекреационное воздействие на территории Соловецкого архипелага в основном сосредоточено на Большом Соловецком острове. Посещение островов Анзер и Б. Заяцкий строго контролируется и ограничено дорогами и тропой с деревянным настилом. Остров Б. Муксалма значительно удален и интерес для посещения главным образом представляет лишь дамба и расположенный рядом скит. Остальные острова имеют незначительные площади и поэтому в общем контексте практически не учитываются.

В целом рекреационное воздействие носит локальный характер (рис. 6.7) и приурочено главным образом к рекреационным центрам, экскурсионным маршрутам и дорогам, от которых оно «растекается» на прилегающие лесные экосистемы.

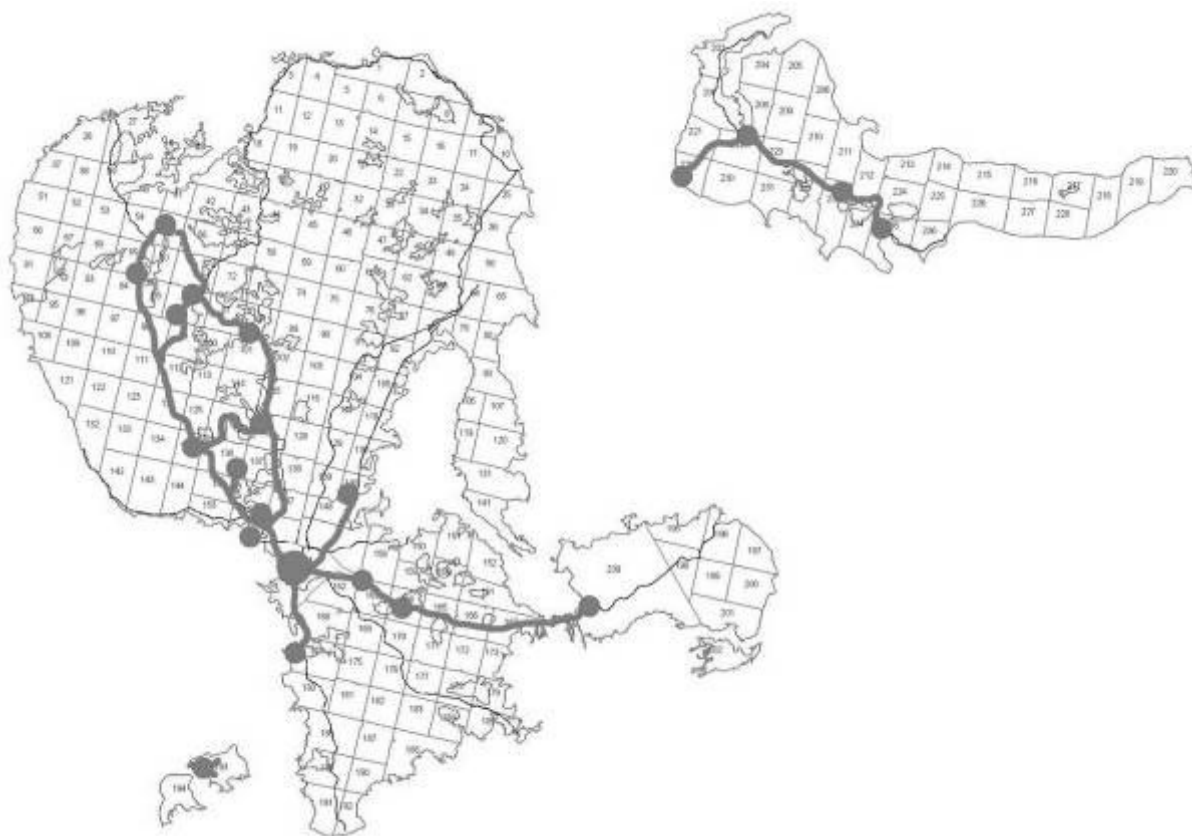


Рисунок 6.7. Основные маршруты передвижения и рекреационные центры на территории Соловецкого архипелага.

Здесь отдыхающих бывает больше, останавливаются они здесь на более продолжительное время и, следовательно, оказывают наибольшее

воздействие на лесные насаждения острова. При этом ширина рекреационной зоны вдоль маршрутов и дорог доходит до 100-150 м только в непосредственной близости от поселка (Природная..., 2007). В местах крупных развязок маршрутов, стоянок и остановок отмечено площадное воздействие, где охват биоценозов, измененных рекреационным воздействием, доходит до 250-300 м. На основе этого сотрудниками Поморского государственного университета (Природная..., 2007) была определена площадь, реально задействованная в настоящее время под рекреацию, которая составила около 500 га или около 2% от территории островов.



Рисунок 6.8. Одна из постоянных стоянок на озере Щучье.

Притягательными рекреационными центрами на Соловках являются историко-культурные объекты (памятники архитектуры и археологии), уникальные и высокоэстетические природные ландшафты и объекты, в

особенности озера. При этом если историко-культурные объекты, в основном, посещаются с кратковременной целью осмотра, то около озер обычно собирают грибы и ягоды, ловят рыбу, устраивают кратковременные и кемпинговые стоянки (рис. 6.8). Рекреационное воздействие здесь выявлено в большей степени.

Вдоль береговой линии озер нами и проводились исследования с целью выявить основные закономерности размещения рекреационных участков и закономерности изменения лесных насаждений под влиянием рекреации.

Обследование берегов озер показывает, что вдоль берега озера, как правило, тянется тропинка, на которую нанизаны своеобразные «пятна» рекреации, т.е. участки с вытоптаным в той или иной степени напочвенным покровом, уплотненной лесной подстилкой, часто со следами кострищ. Размеры таких участков на наших пробных площадях (табл. 6.1) относительно небольшие, колеблются в основном от 5 до 150 м², средняя площадь составляет 77,6±19,44 м².

Таблица 6.1. Площадь участков пп 1-48, испытывающих дигрессию.

№ ПП	№ уч	Стадия дигрессии	Размер площади дигрессии, м ²	Местонахождение
11	1	5	392,50	озеро Щучье
12	1	5	24,61	озеро Щучье
	2	3	104,83	озеро Щучье
13	1	5	55,60	озеро Песочное
14	1	5	92,50	озеро Варваринское
	2	3	82,32	озеро Варваринское
	3	4	39,96	озеро Варваринское
	4	5	25,80	озеро Варваринское
	5	5	19,36	озеро Варваринское
	6	4	5,29	озеро Варваринское
	7	5	25,13	озеро Варваринское
15	1	4	12,86	озеро Варваринское
	2	3	113,14	озеро Варваринское
16	1	5	137,71	озеро Варваринское
	2	5	39,00	озеро Варваринское
	3	5	26,05	озеро Варваринское
	4	3	48,11	озеро Варваринское

№ ПП	№ уч	Стадия дигрессии	Размер площади дигрессии, м ²	Местонахождение
17	1	5	63,92	озеро Варваринское
	2	5	13,70	озеро Варваринское
	3	3	21,90	озеро Варваринское
	4	5	15,00	озеро Варваринское
31	1	5	143,00	озеро Н. Перт
	2	5	30,50	озеро Н. Перт
32	1	5	35,42	озеро Зап. Лопское
	2	3	27,00	озеро Зап. Лопское
	3	5	27,00	озеро Зап. Лопское
	4	3	75,94	озеро Зап. Лопское
	5	5	26,25	озеро Зап. Лопское
	6	4	18,70	озеро Зап. Лопское
38	1	5	28,00	Питьевой канал
		3	24,00	Питьевой канал
39	1	5	32,00	озеро Б. Каменное
	2	3	17,00	озеро Б. Каменное
	3	4	27,00	озеро Б. Каменное
40	1	5	87,00	Калач (островок на озере Б. Красное)
41	1	3	33,00	озеро Б. Каменное
42	1	5	36,00	озеро Торфяное
	2	3	67,00	озеро Торфяное
48	1	5	650,00	озеро Н. Перт
	2	5	361,00	озеро Н. Перт

Количество таких участков так же разное в зависимости от размещения озер по отношению к основным маршрутам передвижения, рыбопродуктивности озер и др. Например, на озере Варваринское в ходе обследования 2004 года нами было выявлено 17 таких участков (рис. 6.9). Площади данных участков колеблются от 5,21 до 137,71 м² и в целом составили 781,75 м². Это 2,2 % от площади прибрежной территории озера Варваринское шириной 24 м (наибольшее удаление от берега, где отмечена дигрессия лесных биогеоценозов).

Вследствие незначительного размера участков, испытывающих рекреационное воздействие, как в целом на архипелаге, так и в рекреационных центрах, во многом его линейности (Ипатов и др., 2005) закономерности изменения лесных насаждений под влиянием рекреации

нами были изучены только для деревьев вдоль троп, а также для напочвенного покрова и верхних слоев почв (в особенности для лесной подстилки).

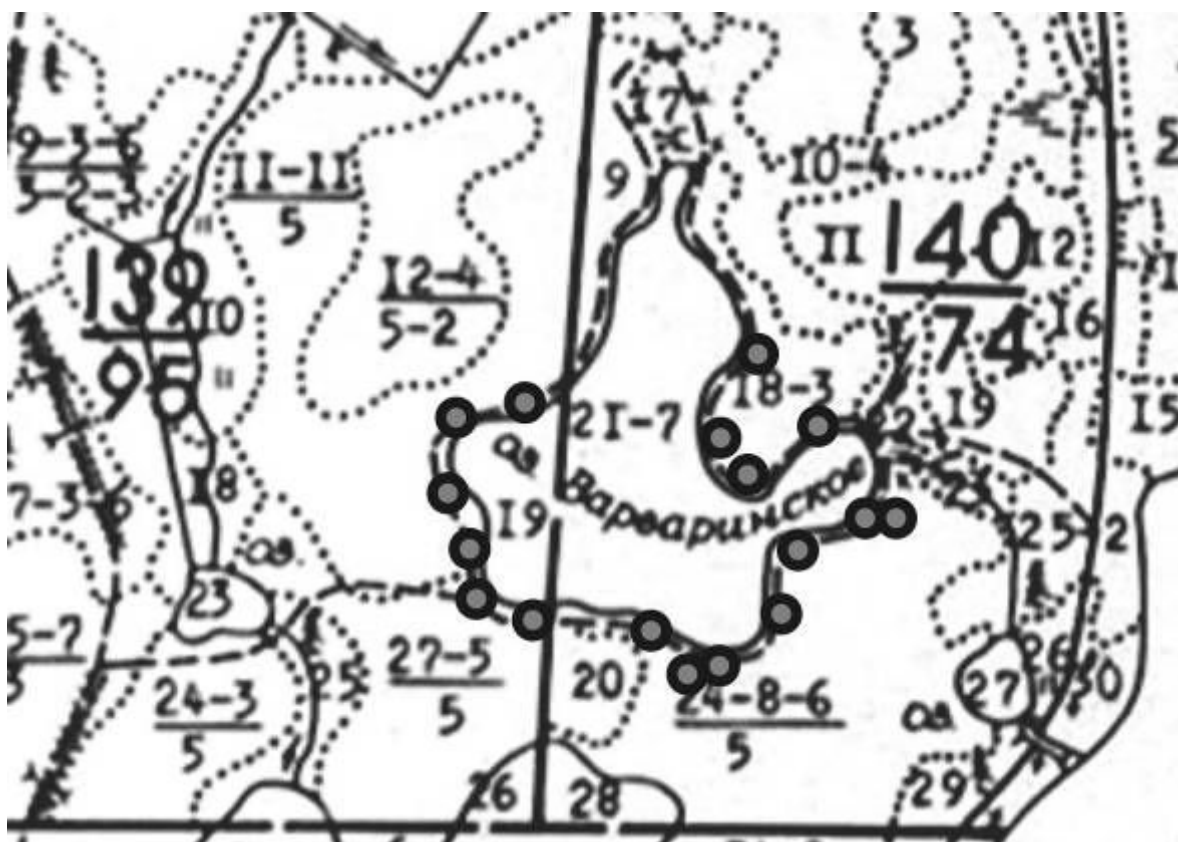


Рисунок 6.9. Размещение участков, испытывающих дигрессию, вдоль береговой линии озера Варваринское.

Исследования проводились на пробных площадях в ельниках черничниках и сосняках зеленомошниках (черничных и брусничных типах леса), как наиболее распространенных на территории островов (ельники черничники занимают 37,4% лесопокрытой площади, сосняки зеленомошники – 24,0%).

6.3. Санитарное состояние древостоев ельников черничников вдоль троп.

Изучение санитарного состояния древостоев нами проводился вдоль троп в пределах ПП 14-17 (озеро Варваринское).

Анализ полученных результатов показал, что среди стоящих на корню деревьев различного санитарного состояния преобладают здоровые, без признаков ослабления (табл. 6.2).

Таблица 6.2. Санитарное состояние деревьев ели вдоль троп.

Санитарное состояние	Количество деревьев, %				
	Запас, %				
	ПП 14	ПП 15	ПП 16	ПП 17	среднее
Здоровые	85,0	100,0	89,9	96,2	92,8
	92,3	100,0	94,6	99,0	96,5
Ослабленные	5,0	0,0	6,1	1,9	3,3
	2,1	0,0	2,3	0,4	1,2
Усыхающие	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1
Свежий сухостой	9,0	0,0	4,0	1,9	3,7
	5,4	0,0	3,2	0,6	2,3
Старый сухостой	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

При этом в среднем их количество незначительно ниже чем в ельниках, не испытывающих рекреационное воздействие (92,8% против 94,8%). Такое число здоровых деревьев выше, чем в ельниках пригородных лесов г. Архангельска при незначительной посещаемости – 55% (Лебедев, 1990) и даже на 1 стадии дигрессии – 75% (Гласова, 2006). Ослабленные деревья вдоль троп в среднем составляют 3,3%, свежий сухостой 3,7%, усыхающие практически отсутствуют (0,3%), старого сухостоя нет. Такое соотношение деревьев различных категорий санитарного состояния, вероятно, связано с меньшим количеством посетителей лесов Соловков и вырубкой сухих и

ослабленных экземпляров ели (в среднем около 7% деревьев оказались срубленными, представленные пнями).

При распределении по запасу наблюдается увеличение процента здоровых деревьев (до 96,5%) за счет сокращения запаса остальных категорий санитарного состояния.

В тоже время на отдельных пробных площадях вдоль троп (ПП 14 и ПП 16) наблюдается снижение количества здоровых деревьев до 85,0-89,9% за счет увеличения процента ослабленных (5,0-6,1%) деревьев и свежего сухостоя (4,0-9,0%). Это связано с различной степенью рекреационной нагрузки на те или иные пробные площади. Коэффициент корреляции количества здоровых деревьев от удельной площади участков испытывающих дигрессию, выраженной на 1 м длины береговой линии (табл. 6.3), составил $-0,79 \pm 0,186$, что говорит о высокой обратной связи.

Таблица 6.3. Размеры дигрессии на участках вдоль троп.

№ ПП	Длина береговой линии на ПП (м)	Площадь участков дигрессии (м ²)	Удельная площадь дигрессии на ПП (м ² /м)
ПП 14	375	290,36	0,77
ПП 15	250	126,00	0,50
ПП 16	400	250,87	0,63
ПП 17	375	114,52	0,31

Снижение по запасу здоровых деревьев на пробных площадях вдоль троп прослеживается в меньшей степени.

Анализ количества суховершинных, ветровальных / буреломных и срубленных деревьев (пней) на пробных площадях 14-17 вдоль троп (табл. 6.4) показал, что в среднем процент данных категорий деревьев незначителен по сравнению со стоящими на корню деревьями (91,7%).

Среди указанных категорий наблюдается самый большой процент срубленных деревьев (пней) – 6,8%. При этом больше всего данная категория

представлена елью (7,1%), как, вероятно, более хозяйственно ценной породой. Суховершинные деревья практически отсутствуют. Отмечен более низкий процент стоящих на корню деревьев осины по сравнению с другими породами за счет срубленных (4,5%), буреломных и ветровальных (6,8%) деревьев. Наличие такого количества буреломных и ветровальных деревьев у осины, видимо, связано с более крупными размерами деревьев данной породы по сравнению с другими, а также со значительной поражаемостью ее разного рода гнилями уже в возрасте 50 лет (Ипатов и др., 2005б).

Таблица 6.4. Соотношение деревьев различных категорий вдоль троп.

Категории	Количество деревьев, %			
	Ель	Береза	Осина	среднее
Стоящие на корню	92,4	90,9	88,6	91,7
В т.ч. суховершинные	0,0	0,4	0,0	0,1
Буреломные/ ветровальные	0,5	2,5	6,8	1,5
Срубленные (пни)	7,1	6,6	4,5	6,8

Анализ степени механического повреждения деревьев стоящих на корню показал следующее. Затесок у осины вдоль троп на пробных площадях 14-17 (табл. 6.5) не было зафиксировано.

Таблица 6.5. Механические повреждения деревьев вдоль троп.

Затески	Количество затесок, шт./ 100 дер.		
	Ель	Береза	Осина
Крупные	0,5	12,3	0,0
Средние	2,2	19,2	0,0
Мелкие	7,2	8,2	0,0
Итого	9,9	39,7	0,0

У ели отмечено в среднем 9,9 затесок на 100 деревьев. В тоже время больше всего затесок у березы (рис. 6.10), в среднем 39,7 на 100 деревьев. При этом у данной породы преобладают средние по размеру повреждения (19,2). Наличие значительного количества затесок у березы, вероятно, связано с получением бересты для разведения костров.



Рисунок 6.10. В наибольшей степени от затесок страдает береза.

Таким образом, вдоль троп на пробных площадях в среднем количество и запас здоровых деревьев ели снижается незначительно (до 85,0% по количеству и 92,3% по запасу). При этом отмечается обратная зависимость количества здоровых деревьев от удельной площади участков рекреационной дигрессии. Количество суховершинных, ветровальных / буреломных и срубленных деревьев незначительно, больше всего данные категории представлены пнями ели. По количеству механических повреждений преобладает береза, что связано с получением бересты для разведения костров.

7. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

7.1. Закономерности изменения видового обилия, состава и разнообразия напочвенного покрова в ельниках-черничниках.

Рекреационное воздействие вызывает в первую очередь изменение нижнего яруса растительности лесных насаждений (Забросаев, 1983). При этом напочвенный покров вследствие его высокой чувствительности можно рассматривать как тонкий индикатор рекреационной дигрессии (Гольцев, 1982б).

Среди параметров напочвенного покрова видовое обилие – один из существенных, показывающих степень деградации участка.

В ходе нашего исследования было выяснено, что максимальные значения видового обилия напочвенного покрова наблюдаются на 1 стадии дигрессии (площади без явных нарушений), минимальные на 5 стадии (рудеральные сообщества) (табл. 7.1). При этом значение среднего обилия для травяно-кустарничкового яруса уменьшается в 4 раза, мохово-лишайникового - в 3 раза.

Таблица 7.1. Изменение видового обилия в ельниках-черничниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Среднее обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке)	
	травяно-кустарничковый ярус	мохово-лишайниковый ярус
I	1,10±0,07	1,53±0,20
III	0,50±0,05	0,62±0,09
IV	0,31±0,04	0,72±0,21
V	0,26±0,03	0,53±0,10

Характер и теснота связи между стадиями дигрессии и средним общим обилием в ельниках-черничниках обратная, для травяно-кустарничкового - высокая (коэффициент корреляции $r=-0,84\pm 0,040$), а для мохово-лишайникового - значительная ($r=-0,55\pm 0,093$). Уравнение регрессии выражено прямыми: $y=-0,1949x+1,2447$ и $y=-0,2502x+1,7018$ соответственно.

Таким образом, обилие как для травяно-кустарничкового, так и для мохово-лишайникового яруса в ельниках черничниках по стадиям дигрессии постоянно прямолинейно уменьшается.

Анализируя изменение видового состава и обилия видов с 1 по 5 стадии дигрессии (табл. 7.2 – 7.3), было выявлено следующее.

На 1 стадии дигрессии (в ненарушенных сообществах) на исследованных пробных площадях в травяно-кустарничковом ярусе преобладает черника (*Vaccinium myrtillus*), обильны брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). Сравнительно обильны и часто встречаются такие виды, как майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*), линнея северная (*Linnaea borealis*). На ряде пробных площадей имеют сравнительно высокое обилие такие виды, как дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*) и вороника (*Empetrum nigrum*).

Таблица 7.2. Видовое обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке) травяно-кустарничкового яруса ельника-черничника по стадиям дигрессии.

Наименование вида	Стадия дигрессии			
	1	3	4	5
Черника	3,05	0,59	0,24	0,09
Брусника	1,11	0,58	0,47	0,16
Лерхенфельдия извилистая	0,77	1,09	0,32	0,14
Золотарник	0,06	0,04	0,05	0,00
Майник двулистный	0,33	0,19	0,00	0,02
Марьянник луговой	0,29	0,38	0,09	0,05
Ожика волосистая	0,29	0,25	0,09	0,08
Голокучник терхраздельный	0,10	0,04	0,00	0,00

Наименование вида	Стадия дигрессии			
	1	3	4	5
Седмичник европейский	0,04	0,08	0,02	0,00
Линнея северная	0,28	0,07	0,02	0,01
Кислица	0,02	0,07	0,04	0,00
Бор развесистый	0,00	0,00	0,00	0,02
Щитовник игольчатый	0,02	0,00	0,00	0,00
Ортилия однобокая	0,05	0,02	0,04	0,01
Хвощ лесной	0,03	0,04	0,00	0,01
Кульбаба осенняя	0,00	0,01	0,03	0,00
Дерен шведский	0,37	0,38	0,05	0,02
Осока удлиненная	0,00	0,07	0,00	0,00
Осока двухтычинковая	0,00	0,05	0,13	0,00
Герань лесная	0,00	0,02	0,00	0,00
Осока шаровидная	0,00	0,06	0,15	0,00
Ситник	0,00	0,08	0,00	0,00
Вороника	0,20	0,00	0,03	0,00
Иван-чай	0,00	0,02	0,02	0,00
Багульник болотный	0,06	0,00	0,00	0,00
Голубика	0,04	0,04	0,00	0,00
Плаун годичный	0,01	0,00	0,00	0,00
Вереск обыкновенный	0,03	0,00	0,00	0,00
Осока черная	0,02	0,17	0,00	0,53
Мятлик луговой	0,00	0,03	0,00	0,00
Грушанка круглолистная	0,00	0,04	0,00	0,00
Белоус торчащий	0,02	0,00	0,00	0,03
Луговик дернистый (щучка)	0,01	0,23	0,48	0,01
Клевер ползучий	0,00	0,04	0,16	0,13
Клевер луговой	0,00	0,13	0,00	0,02
Подмаренник болотный	0,00	0,01	0,00	0,00
Полевица тонкая	0,00	0,04	0,00	0,02
Морошка	0,00	0,04	0,00	0,00
Вейник пурпурный	0,00	0,01	0,00	0,00
Осока бледноватая	0,00	0,01	0,00	0,00
Кизляк кистецветный	0,00	0,00	0,01	0,00
Овсяница овечья	0,00	0,00	0,00	0,17
Подорожник средний	0,00	0,00	0,00	0,01
Манжетка обыкновенная	0,00	0,00	0,00	0,01

В мохово-лишайниковом ярусе на 1 стадии дигрессии преобладают такие виды, как ритидиадельф трехгранный (*Rhytidiadelphus triquetrus*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*) и гиелокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Сравнительно обильны на ряде пробных площадей

такие виды, как плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*) и политрихум можжевельниковый (*Polytrichum juniperinum*).

Таблица 7.3. Видовое обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке) мохово-лишайникового яруса ельника-черничника по стадиям дигрессии.

Наименование вида	Стадия дигрессии			
	1	3	4	5
Дикранум метловидный	1,21	0,82	1,41	0,64
Гилокомиум блестящий	0,90	0,14	0,04	0,02
Плеурозиум Шребера	0,33	0,22	0,22	0,08
Птилий гребенчатый	0,02	0,00	0,00	0,00
Политрихум можжевельниковый	0,28	0,17	0,03	0,06
Ритидиадельф трехгранный	1,31	0,43	0,25	0,01
Политрихум обыкновенный	0,06	0,19	0,00	0,01
Сфагнум оттопыренный	0,00	0,08	0,03	0,13
Пельтигера собачья	0,02	0,00	0,33	0,03
Кладония лесная	0,00	0,02	0,07	0,01
Кладония оленья	0,04	0,02	0,00	0,00
Цетрария исландская	0,00	0,00	0,04	0,01
Кладония удлинённая	0,00	0,02	0,03	0,00
Дикранум многоножковый	0,00	0,00	0,03	0,01
Кладония красноплодная	0,01	0,01	0,28	0,01
Кладония чешуйчатая	0,01	0,00	0,00	0,00
Плагиохилла порелловидная	0,02	0,00	0,00	0,04
Аулакомниум болотный	0,00	0,12	0,00	0,00

На 3 стадии дигрессии в травяно-кустарничковом ярусе начинает доминировать лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*), сохраняют высокое обилие черника (*Vaccinium myrtillus*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). Также как и на 1 стадии сравнительно обильны на большинстве пробных площадей такие виды, как ожика волосистая (*Luzula pilosa*) и марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), при этом последний даже увеличил свое обилие. Сохраняет высокое обилие на отдельных пробных площадях дерен шведский (*Chamaeperichlymenum suecicum*). Обилие ряда лесных видов, таких как, голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris*), линнея северная (*Linnaea borealis*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*) значительно снижается. Практически исчезает

вороника (*Empetrum nigrum*). На отдельных пробных площадях становятся обильными луговик дернистый (щучка) (*Deschampsia caespitosa*), осоки (*Carex sp.*), клевера (*Trifolium sp.*).

В мохово-лишайниковом ярусе на 3 стадии снижается в целом обилие зеленых мхов. Господствующим видом становится дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*). Сохраняет высокое обилие ритидиадельф трехгранный (*Rhytidiadelphus triquetrus*). Сравнительно обильны такие виды, как плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), политрихум можжевельниковый (*Polytrichum juniperinum*), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Достигают сравнительно высокого обилия на отдельных пробных площадях такие виды, характерные для переувлажненных местообитаний, как политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune*), аулакомниум болотный (*Aulacomnium palustre*) и сфагнум оттопыренный (*Shpagnum squarrosum*).

На 4 стадии в травяно-кустарничковом ярусе начинает доминировать брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), имеют значительное обилие лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*) и черника (*Vaccinium myrtillus*). Происходит сильное падение обилия лесных видов. Исчезают такие виды, как линнея северная (*Linnaea borealis*), голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*). Сохраняют свое присутствие на большинстве пробных площадей марьянник луговой (*Melampyrum pratense*) и ожика волосистая (*Luzula pilosa*). На одной пробной площади доминанты (с высоким обилием) представлены луговиком дернистым (щучкой) (*Deschampsia caespitosa*), осокой двухтычинковой (*Carex diandra*), осокой шаровидной (*Carex globularis*) и клевером ползучим (*Trifolium repens*).

В мохово-лишайниковом ярусе на 4 стадии сохраняет господство дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*). Остаются сравнительно обильными плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*) и ритидиадельф трехгранный (*Rhytidiadelphus triquetrus*). Относительно обильными на отдельных пробных площадях становятся такие виды, как пельтигера собачья

(*Peltigera canina*) и кладонии (*Cladonia*), особенно красноплодная (*Cladonia coccifera*). Обилие политрихумов (*Polytrichum*), гилокомиума блестящего (*Hylocomium splendens*) значительно падает.

На 5 стадии видовое обилие невысокое, доминирование какого-либо одного вида на пробных площадях не выражено. На одних пробных площадях преобладает осока черная (*Carex nigra*) и овсяница овечья (*Festuca ovina*), на других - брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). Сравнительно обильны такие виды, как черника (*Vaccinium myrtillus*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), клевер ползучий (*Trifolium repens*). Практически исчезает золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea*).

В мохово-лишайниковом ярусе на 5 стадии сохраняет господство дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*). Сравнительно обилен сфагнум оттопыренный (*Shpagnum squarrosum*).

Таким образом, начиная с 1 к 5 стадии дигрессии наряду с падением обилия идет смена видового состава и видов доминант. В травяно-кустарничковом ярусе на 3 стадии доминирование черники (*Vaccinium myrtillus*) меняется в сторону лерхенфельдии извилистой (*Lerchenfeldia flexuosa*), на 4 – преобладает брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). На 5 стадии видовое обилие невысокое, доминирование какого-либо одного вида на пробных площадях не выражено. На одних пробных площадях преобладает осока черная (*Carex nigra*) и овсяница овечья (*Festuca ovina*), на других - брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*).

По мере увеличения стадии дигрессии происходит значительное снижение обилия лесных видов и постепенная утрата ряда из них. Например, на 3 стадии практически исчезает вороника (*Empetrum nigrum*), на 4 – линнея северная (*Linnaea borealis*), голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*), на 5 – золотарник обыкновенный (*Solidago*

virgaurea). В тоже время в видовом составе появляются и достигают значительного обилия осоки (*Carex*), злаки (овсяница овечья (*Festuca ovina*), полевица тонкая (*Agrostis capillaris*), луговик дернистый (*Deschampsia caespitosa*)) и клевера (*Trifolium*). На отдельных пробных площадях на 4-5 стадии они являются доминантами. Любопытно отметить, что на всех стадиях на большинстве пробных площадей сохраняют свое присутствие такие виды, как марьянник луговой (*Melampyrum pratense*) и ожика волосистая (*Luzula pilosa*).

В мохово-лишайниковом ярусе на 1 стадии доминируют зеленые мхи. Начиная с 3 стадии, происходит снижение обилия этих видов, в тоже время начинает доминировать дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*). Достигают сравнительно высокого обилия на отдельных пробных площадях виды, характерные для переувлажненных местообитаний (политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune*), аулакомниум болотный (*Aulacomnium palustre*) и сфагнум оттопыренный (*Shpagnum squarrosum*)). На 4 стадии на отдельных пробных площадях относительно обильны такие виды, как пельтигера собачья (*Peltigera canina*) и виды рода кладония (*Cladonia*). На 5 стадии сохраняет господство дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*), обилён сфагнум оттопыренный (*Shpagnum squarrosum*).

Одна из важных задач экологии – оценка разнокачественности, разнообразия сообществ. Одним из важных свойств сообщества, которое отражает его сложность и структурированность, принято считать его разнообразие. Для его расчета мы использовали среднее количество видов на пробной площади, индекс Шеннона, а также показатель выравненности.

Анализ изменения среднего количества видов по стадиям дигрессии на пробных площадях в ельниках-черничниках (табл. 7.4) показал, что видовой состав напочвенного покрова крайне бедный, на 1 стадии он представлен всего 10 видами. Из них в травяно-кустарничковом ярусе 7 видов, а в мохово-лишайниковом - 3 вида. Постепенно с ростом рекреационной нагрузки среднее количество видов увеличивается на третьей стадии до 14 и достигает,

таким образом, максимальных значений. При этом в травяно-кустарничковом ярусе на этой стадии число видов, составляя в среднем 10, также максимально. В тоже время в мохово-лишайниковом ярусе данный показатель максимален на 4 стадии – 4 вида. На 5 стадии дигрессии среднее количество видов напочвенного покрова падает и достигает минимума в 7 видов. При этом в травяно-кустарничковом ярусе в среднем встречается около 5 видов, а в мохово-лишайниковом - 2 вида.

Таблица 7.4. Изменение среднего количества видов в ельниках-черничниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Число видов		
	травяно-кустарничковый ярус	мохово-лишайниковый ярус	всего
I	7,2±0,54	3,0±0,43	10,2±0,75
III	10,2±1,25	3,5±0,75	13,7±1,13
IV	7,6±1,69	4,0±0,95	11,6±0,87
V	4,8±0,49	2,2±0,31	7,0±0,68

Между стадиями дигрессии и количеством видов связь значительная и умеренная (корреляционное отношение $\eta=0,57\pm0,090$ – для травяно-кустарничкового яруса и $\eta=0,31\pm0,122$ – для мохово-лишайникового). Характер обратный и криволинейный, выражен параболой второго порядка: $y=-0,0164x^2+0,0868x+0,69$ и $y=-0,0213x^2+0,1132x+0,7055$ соответственно.

Таким образом, среднее количество видов по стадиям дигрессии сначала постепенно растет, к 3 и 4 стадиям достигая максимума, затем уменьшается.

Анализ изменения показателей видового разнообразия по стадиям рекреационной дигрессии (табл. 7.5) показывает, что значения индекса Шеннона в ельниках черничного типа леса на 1-5 стадиях дигрессии низкие,

колеблются от 1,05 до 1,79 в травяно-кустарничковом и от 0,55 до 0,98 в мохово-лишайниковом ярусе. В то же время обращает внимание высокий уровень выравненности растений в фитоценозах, как в травяно-кустарничковом, так и в мохово-лишайниковом ярусах. Особенно большой выравненностью характеризуется мохово-лишайниковый ярус.

Таблица 7.5. Изменение индекса Шеннона и показателя выравненности в ельниках-черничниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Индекс Шеннона		Показатель выравненности	
	травяно-кустарничк. ярус	мохово-лишайник. ярус	травяно-кустарничк. ярус	мохово-лишайник. ярус
I	1,48±0,09	0,84±0,11	0,76±0,03	0,80±0,06
III	1,79±0,12	0,91±0,14	0,79±0,02	0,86±0,03
IV	1,49±0,23	0,98±0,18	0,81±0,04	0,81±0,06
V	1,05±0,08	0,55±0,09	0,71±0,05	0,74±0,07

Индекс Шеннона в травяно-кустарничковом ярусе увеличивается от ненарушенных сообществ к фитоценозам 3 стадии рекреационной дигрессии, а затем уменьшается к 5 стадии, в мохово-лишайниковом ярусе наиболее высокое значение индекса Шеннона наблюдается на 4 стадии. Таким образом, умеренные воздействия рекреантов на напочвенный покров увеличивают видовое разнообразие. При этом мохово-лишайниковый ярус более медленно реагирует на рекреационное воздействие. Наиболее низкий индекс Шеннона наблюдается на 5 стадии.

В то же время показатель выравненности наиболее высокий на 4 стадии для травяно-кустарничкового яруса, и на 3 стадии в мохово-лишайниковом ярусе. Наиболее низкий показатель выравненности на 5 стадии дигрессии.

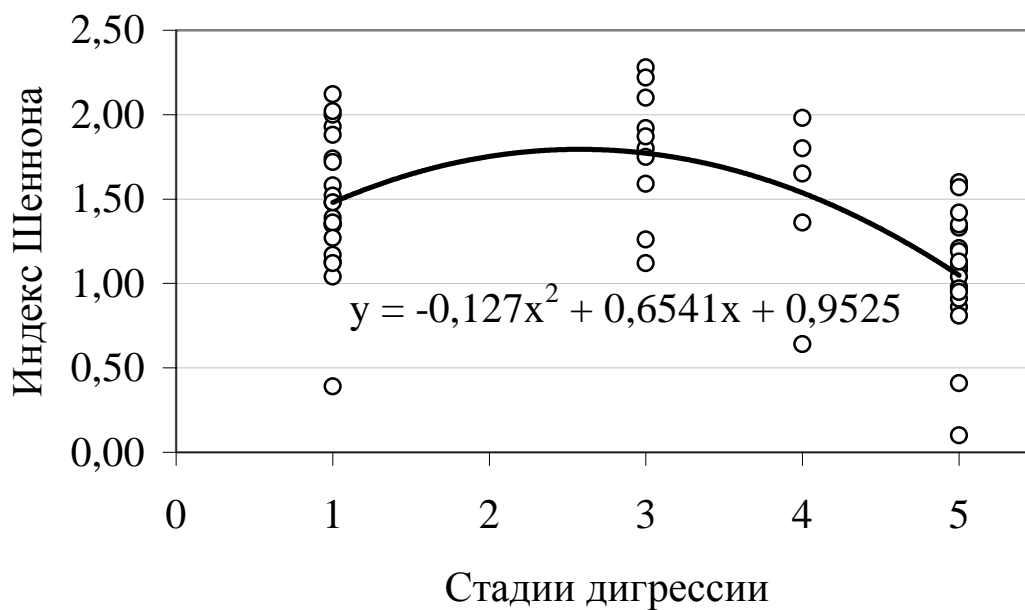


Рисунок 7.1. Изменение индекса Шеннона в травяно-кустарничковом ярусе ельника-черничника по стадиям дигрессии.

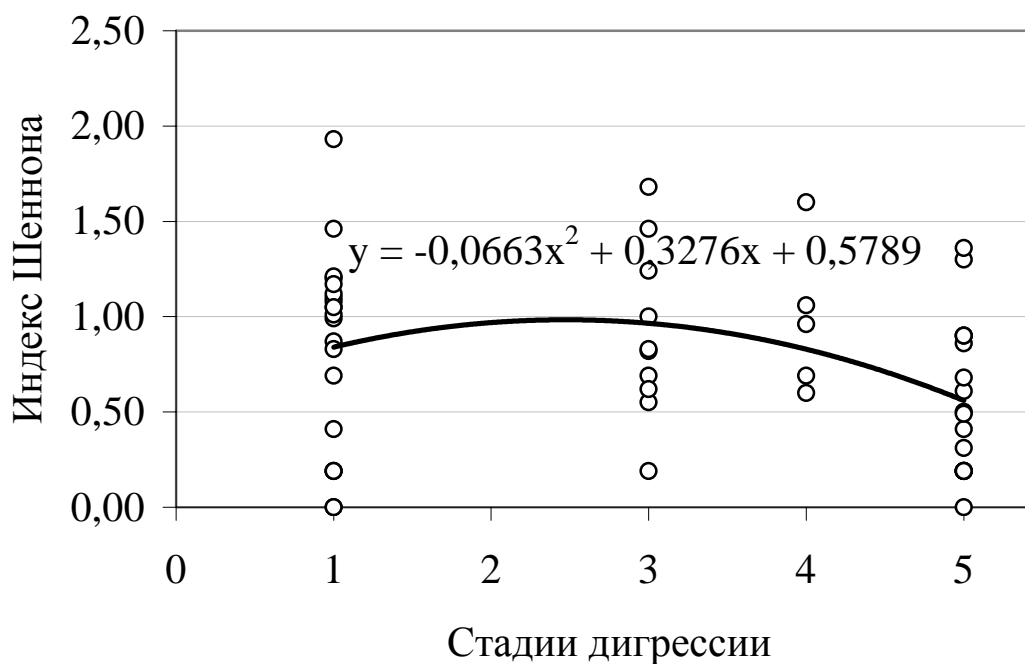


Рисунок 7.2. Изменение индекса Шеннона в мохово-лишайниковом ярусе ельника-черничника по стадиям дигрессии.

Теснота связи между стадиями дигрессии и индексом Шеннона значительная и умеренная (корреляционное отношение $\eta=0,58\pm 0,090$ – для

травяно-кустарничкового яруса и $\eta=0,36\pm 0,117$ – для мохово-лишайникового). Характер обратный и криволинейный, выражен параболой второго порядка (рис. 7.1 и 7.2).

Теснота связи между стадиями дигрессии и показателем выравненности слабая (для травяно-кустарничкового $\eta=0,26\pm 0,126$, а для мохово-лишайникового $\eta=0,26\pm 0,126$). Характер обратный и криволинейный, выражен параболой второго порядка: $y=-0,0164x^2+0,0868x+0,69$ и $y=-0,0213x^2+0,1132x+0,7055$ соответственно.

Таким образом, в ельниках-черничниках индекс Шеннона и количество видов растут в травяно-кустарничковом ярусе от 1 до 3 стадии рекреационной дигрессии, а в мохово-лишайниковом от 1 до 4 стадии рекреационной дигрессии. В целом для напочвенного покрова число видов увеличивается от 10 (на 1 стадии) до 14 (на 3 стадии), а затем к 5 стадии падает до 7. Для всех стадий характерна высокая выравненность количества растений. Минимальных значений индекс Шеннона, количество видов и показатель выравненности достигают на 5 стадии дигрессии.

7.2. Закономерности изменения видового обилия, состава и разнообразия напочвенного покрова в сосняках-зеленомошниках.

В ходе исследования было выяснено, что аналогично предыдущему случаю максимальные значения видового обилия наблюдаются на 1 стадии дигрессии (площади без явных нарушений напочвенного покрова), минимальные на 5 стадии (рудеральные сообщества) (табл. 7.6). При этом значение среднего обилия для травяно-кустарничкового яруса уменьшаются в 10 раз, что значительно больше, чем в ельнике-черничнике. А в мохово-лишайниковом в 3 раза, что аналогично ельнику-черничнику.

Таблица 7.6. Изменение видового обилия в сосняках-зеленомошниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Среднее обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке)	
	травяно-кустарничковый ярус	мохово-лишайниковый ярус
I	1,29	1,81
III	0,30	0,53
V	0,12	0,51

Анализируя изменения видового состава и обилия видов на разных стадиях дигрессии (табл. 7.7 – 7.8) было выявлено следующее.

На 1 стадии дигрессии (в ненарушенных сообществах) в травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), черники (*Vaccinium myrtillus*). Сравнительно обильны такие виды, как вороника (*Empetrum nigrum*), лерхенфельдия (*Lerchenfeldia flexuosa*) и майник (*Maianthemum bifolium*).

Таблица 7.7. Видовое обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке) травяно-кустарничкового яруса сосняка-зеленомошника по стадиям дигрессии.

Наименование вида	Стадия дигрессии		
	1	3	5
Черника	2,08	0,50	0,05
Брусника	2,40	0,50	0,12
Лерхенфельдия извилистая	0,56		0,10
Майник двулистный	0,60		0,02
Марьянник луговой	0,22	0,10	
Ожика волосистая	0,28	0,01	0,02
Седмичник европейский	0,06		0,02
Линнея северная	0,26	0,01	
Дерен шведский	0,26		
Вороника	1,08	0,70	0,02
Багульник болотный	0,26		
Голубика	0,40		
Вереск обыкновенный			0,02
Клевер ползучий			0,03

В мохово-лишайниковом ярусе на 1 стадии доминирует плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), сравнительно обилен дикранум метловидный (*Pleurozium schreberi*).

Таблица 7.8. Видовое обилие (баллы по шкале Брауна-Бланке) мохово-лишайникового яруса сосняка-зеленомошника по стадиям дигрессии.

Наименование вида	Стадия дигрессии		
	1	3	5
Дикранум метловидный	1,46	2,20	0,63
Гилокомиум блестящий	0,10	0,01	
Плеурозиум Шребера	2,76		0,02
Политрихум можжевельниковый		0,10	
Пельтигера собачья	0,02		
Кладония лесная	0,10	0,10	0,02
Кладония оленья	0,10	0,30	
Цетрария исландская		0,20	0,05
Дикранум многоножковый		0,80	0,23

На 3 стадии дигрессии в травяно-кустарничковом ярусе преобладает вороника (*Empetrum nigrum*), наряду с черникой (*Vaccinium myrtillus*) и брусникой (*Vaccinium vitis-idaea*), относительно обилен марьянник луговой (*Melampyrum pratense*). В целом обилие лесных видов значительно падает. В мохово-лишайниковом ярусе на 3 стадии дигрессии начинают доминировать дикранумы: метловидный (*Dicranum scoparium*) и многоножковый (*Dicranum polysetum*). Сравнительно обильны такие виды, как цетрария исландская (*Cetraria islandica*) и кладонии: оленья (*Cladonia rangiferina*) и лесная (*Cladonia sylvatica*).

На 5 стадии в травяно-кустарничковом ярусе преобладает брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*), относительно обильна черника (*Vaccinium myrtillus*). Обилие остальных видов низкое, в составе появляется клевер ползучий (*Trifolium repens*). В мохово-лишайниковом ярусе на 5 стадии доминирует дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*), сравнительно обилен дикранум многоножковый (*Dicranum polysetum*). Остальные виды встречаются спорадически.

Таким образом, с 1 к 5 стадии наряду с падением обилия идет смена видового состава и видов доминант. В травяно-кустарничковом ярусе на 1-3 стадии преобладают кустарнички: черника (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и вороника (*Empetrum nigrum*), на 5 стадии доминантами становятся брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). При этом также как и в предыдущем биоценозе происходит значительное снижение обилия лесных видов, в видовом составе на 5 стадии появляется клевер ползучий (*Trifolium repens*). В мохово-лишайниковом ярусе уже на 3 стадии происходит смена доминирования плеурозиума Шребера (*Pleurozium schreberi*) дикранумами – метловидным (*Dicranum scoparium*) и многоножковым (*Dicranum polysetum*). Довольно обильны на этой стадии цетрария исландская (*Cetraria islandica*) и виды рода кладония (*Cladonia*). На 5 стадии доминируют дикранумы (*Dicranum*), остальные виды встречаются спорадически.

Анализ среднего количества видов на пробных площадях в сосняках-зеленомошниках на разных стадиях дигрессии (табл. 7.9) показал, что видовой состав напочвенного покрова крайне бедный. Всего в напочвенном покрове на 1 стадии было выявлено 10 видов. При этом в травяно-кустарничковом ярусе - 7 видов, а в мохово-лишайниковом - 3 вида. Постепенно с увеличением степени рекреационной дигрессии среднее количество видов увеличивается на 3 стадии до 13. При этом в мохово-лишайниковом ярусе оно достигает максимума – 7 видов, и его значение становится выше, чем в травяно-кустарничковом ярусе, в котором число видов уменьшается до 6. В целом среднее количество видов травяно-кустарничкового яруса постепенно уменьшается с 1 до 5 стадии. На 5 стадии дигрессии среднее количество видов падает и достигает минимума как в травяно-кустарничковом ярусе (3 вида), так и в мохово-лишайниковом (2 вида).

Таблица 7.9. Изменение среднего количества видов на пробных площадях в сосняках-зеленомошниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Число видов		
	травяно-кустарничковый ярус	мохово-лишайниковый ярус	итого
I	6,8	2,8	9,6
III	6,0	7,0	13,0
V	3,3	1,7	5,0

Таким образом, среднее количество видов для травяно-кустарничкового яруса достигает максимума на 1 стадии дигрессии (7 видов), а затем с увеличением степени деградации это количество сокращается до 3 видов. В мохово-лишайниковом ярусе первоначально среднее количество видов растет, достигая максимума на 3 стадии (7 видов), а затем падает до 2 видов. Общее число видов в напочвенном покрове максимально для 3 стадии (13 видов). В целом экосистемы характеризуются крайне бедным видовым составом.

Анализ видового разнообразия по стадиям рекреационной дигрессии (табл. 7.10) показывает, что видовое разнообразие в сосняках зеленомошной группы типов леса на разных стадиях дигрессии низкое, индекс Шеннона колеблется от 0,87 до 1,56 в травяно-кустарничковом и от 0,57 до 1,20 в мохово-лишайниковом ярусе. В то же время обращает внимание высокий уровень выравненности растений в фитоценозах, как в травяно-кустарничковом, так и в мохово-лишайниковом ярусах. Особенно большой выравненностью по сравнению с ельниками черничного типа леса характеризуется травяно-кустарничковый ярус.

Таблица 7.10. Изменение индекса Шеннона и показателя выравненности в сосняках-зеленомошниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Индекс Шеннона		Показатель выравненности	
	травяно-кустарничк. ярус	мохово-лишайник. ярус	травяно-кустарничк. ярус	мохово-лишайник. ярус
I	1,56	0,78	0,82	0,82
III	1,40	1,20	0,80	0,60
V	0,87	0,57	0,73	0,57

Индекс Шеннона максимальный в травяно-кустарничковом ярусе на 1 стадии дигрессии, затем он постепенно падает до 1,40 на 3 стадии и до 0,87 на 5 стадии. В мохово-лишайниковом ярусе он растет с 0,78 на 1 стадии до 1,20 на 3 стадии, а затем падает до 0,57. Минимальных значений индекс Шеннона достигает на 5 стадии дигрессии, на вытопанных участках.

В то же время показатель выравненности максимальный на 1 стадии как в травяно-кустарничковом ярусе, так и в мохово-лишайниковом ярусе. К 5 стадии он уменьшается и достигает минимума.

Таким образом, в травяно-кустарничковом ярусе максимальные значения разнообразия (индекс Шеннона и количество видов) достигаются на 1 стадии дигрессии, в мохово-лишайниковом ярусе – на 3 стадии дигрессии. В целом для напочвенного покрова число видов увеличивается от 10 (на 1 стадии) до 13 (на 3 стадии), а затем к 5 стадии падает до 5. Все это говорит о более значительной уязвимости данного типа насаждения к рекреационному воздействию. Для всех стадий характерна высокая выравненность количества растений. Минимальных значений индекс Шеннона, количество видов и показатель выравненности достигают на 5 стадии дигрессии.

7.3. Изменение высоты доминантных видов растений напочвенного покрова в ельниках-черничниках.

Для изучения изменения высоты растений в результате рекреационного воздействия были выбраны три вида наиболее обильно и часто встречающихся в ельниках черничниках на всех стадиях дигрессии (см. раздел 5.2). В ходе проведенного анализа были получены достоверные ($t_1 > 2,01$) средние данные по стадиям дигрессии (табл. 7.11). Из них мы видим, что высота растений по мере увеличения степени вытаптывания уменьшается. Высота брусники в ненарушенных сообществах составляет 15 см, черники 36 см, лерхенфельдии 24 см. К V стадии дигрессии средняя высота брусники уменьшается в 3 раза, достигая 5 см, черники в 9 раз, достигая 4 см, лерхенфельдии в 4 раза, достигая высоты 5 см. Таким образом, в наибольшей степени на увеличение вытаптывания реагирует черника, а в наименьшей степени брусника.

Таблица 7.11. Высота отдельных видов растений по стадиям дигрессии в ельниках-черничниках.

Стадия дигрессии	Высота растений, см		
	брусники	черники	лерхенфельдии
I	15,34±0,78	36,20±2,21	23,72±0,72
III	7,98±0,67	16,44±0,74	6,90±0,34
IV	8,97±0,52	11,10±0,68	5,78±0,30
V	5,61±0,60	3,92±0,28	5,28±0,31

Корреляционный и регрессионный анализы данных по бруснике показал, что связь высокая обратная ($r = -0,86 \pm 0,042$), с меньшей ошибкой аппроксимируется логарифмической кривой (рис. 7.3).

В тоже время коэффициент изменчивости высоты доминантных видов растений (табл. 7.12) по мере увеличения стадии дигрессии возрастет: от 29

до 44% для брусники, от 21 до 42% для лерхенфельдии извилистой и от 32-43 до 51% для черники. В целом на 5 стадии по Тюрину (1961) изменчивость большая, максимального значения она достигает для черники.

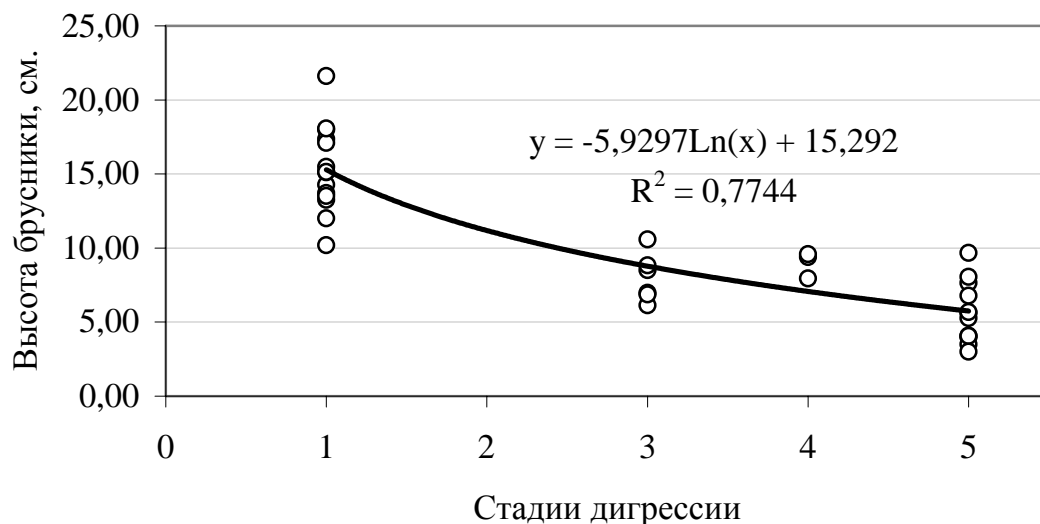


Рисунок 7.3. Изменение высоты брусники по стадиям дигрессии.

Таблица 7.12. Коэффициент изменчивости высоты доминантных видов растений по стадиям дигрессии в ельниках-черничниках.

Стадия дигрессии	Коэффициент изменчивости высоты, %		
	брусники	черники	лерхенфельдии
I	29,1	43,2	21,4
III	34,4	31,9	34,6
IV	30,0	43,0	41,6
V	43,6	51,0	42,1

Таким образом, в результате рекреационного воздействия высота доминантных видов растений напочвенного покрова (черники, брусники и лерхенфельдии извилистой) уменьшается, а ее изменчивость в целом увеличивается от ненарушенных сообществ к деградированным.

8. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕРХНИХ СЛОЕВ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИИ, ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

8.1. Закономерности изменения лесной подстилки и верхних слоев почвы под влиянием рекреационного лесопользования.

Лесная подстилка – продукт леса и его компонент, в то же время это и фактор, влияющий на другие компоненты, на лес в целом (Мелехов, 1980). От нее во многом зависит возобновление леса, она влияет на физические, химические и биологические особенности почвы. По мнению отдельных исследователей, подстилка и ее толщина для сосны является большим препятствием для возобновления, чем для ели (Хильми, 1957). Это обстоятельство имеет большое значение в конкурентных отношениях сосны и ели. В лесной подстилке распространены корни растений, протекает жизнедеятельность некоторых видов почвенной мезофауны, многочисленных микроорганизмов.

Анализ толщины лесной подстилки в различных типах сообществ (табл. 8.1) показал, что ее значения на территории Соловецкого архипелага колеблются от 3,6 до 32,3 см и в среднем составляют $13,1 \pm 1,12$ см. Наибольших значений толщина лесной подстилки достигает в ельниках черничниках (до 32,3 см), а наименьших в сообществах, находящихся на берегу моря: сосняке брусничном (3,6-4,3 см) и березняке брусничном (5,0 см). В тоже время на участках, испытывающих уплотнение под действием рекреантов (на тропах, площадках, стоянках и пр.) толщина лесной подстилки снижается (колеблется от 2,3 до 30,3 см и в среднем составляет $9,3 \pm 1,23$ см), по сравнению с естественными условиями под пологом леса.

Таблица 8.1. Толщина (см) лесной подстилки в разных типах сообществ и ее изменение под действием рекреантов.

Тип сообщества	В естественных условиях	Уплотнение под действием рекреантов
Приморский луг	8,5	
Тундровая пустошь	10,0	
Сосняк мохово-лишайниковый	5,7-10,3	
Сосняк брусничный	3,6-4,8	1,8-2,9
Сосняк черничный	6,1-12,9	3,0-8,5
Сосняк кустарничково-сфагновый	9,0	
Ельник брусничный	9,0	5,0
Ельник черничный	6,2-32,3	2,3-30,3
Березняк брусничный	5,0-12,5	
Березняк черничный	10,0	
Осинник разнотравный	6,0	
Среднее значение	13,1±1,12	9,3±1,23

В тоже время твердость верхних слоев почвы (до глубины 9 см) с учетом лесной подстилки на островах колеблется в пределах от 7,8 до 32,7 кг/см² (табл. 8.2, рис. 8.1). При этом под пологом леса в естественных условиях твердость верхних слоев почвы колеблется от 7,8 до 20,6 кг/см² и в среднем составляет 12,6±0,37 кг/см². Минимума твердость достигает в мохово-лишайниковом комплексе сосняка брусничного на о. Б. Заяцкий – 7,8 кг/см², в ельнике черничном под пологом леса на мысе Белужий – 8,2 кг/см², а также в осиннике разнотравном под пологом леса около Исаакиевского скита – 8,3 кг/см². Максимум – в ельнике черничном около озера Н. Перт (20,6 кг/см²). В тоже время в искусственных насаждениях, сформировавшихся на месте дендропитомника «Варварка», самая низкая твердость почвы находится под сосной сибирской (13,9 кг/см²), а самая

высокая в естественном насаждении ельника черничного (14,4 кг/см²). Вероятно, это связано с тем, что почвы в питомнике в свое время были окультурены, и к настоящему моменту под пологом сосны сибирской не сформировался напочвенный покров.

Таблица 8.2. Твердость (кг/см²) верхних слоев почвы в разных сообществах и ее изменение под действием рекреантов и транспорта

Тип сообщества	В естественных условиях	Уплотнение под действием рекреантов	Уплотнение под действием транспорта
Приморский луг	12,5	-	-
Тундровая пустошь	13,6	-	-
Сосняк мохово-лишайниковый	11,8-15,6	16,3-24,0	19,8
Сосняк брусничный	7,8-16,4	14,9-23,2	-
Лесные культуры (сосняк чернично-брусничный)	10,3	-	-
Сосняк черничный	11,3-16,2	17,6-20,1	-
Сосняк кустарничково-сфагновый	12,6	-	16,2
Ельник брусничный	14,0	25,5	-
Ельник черничный	8,2-20,6	11,8-29,0	21,7
Дендропитомник «Варварка», под сосной сибирской	13,9	-	-
Дендропитомник «Варварка», под лиственницей сибирской	14,3	-	-
Дендропитомник «Варварка», ельник черничный	14,4	-	-
Березняк брусничный	11,1-12,7	18,1-20,3	23,0
Березняк черничный	8,9-16,1	11,7	-
Осинник разнотравный	8,3	14,3	30,0
г. Секирная	-	24,3-32,7	22,4
Среднее значение	12,6±0,37	18,9±0,73	22,2±1,86

На участках, испытывающих уплотнение под действием рекреантов (на тропах, площадках, стоянках и пр.) твердость верхних слоев почвы выше, чем под пологом леса в естественных условиях, и колеблется от 11,7 до 32,7 кг/см², в среднем составляет 18,9±0,73 кг/см².

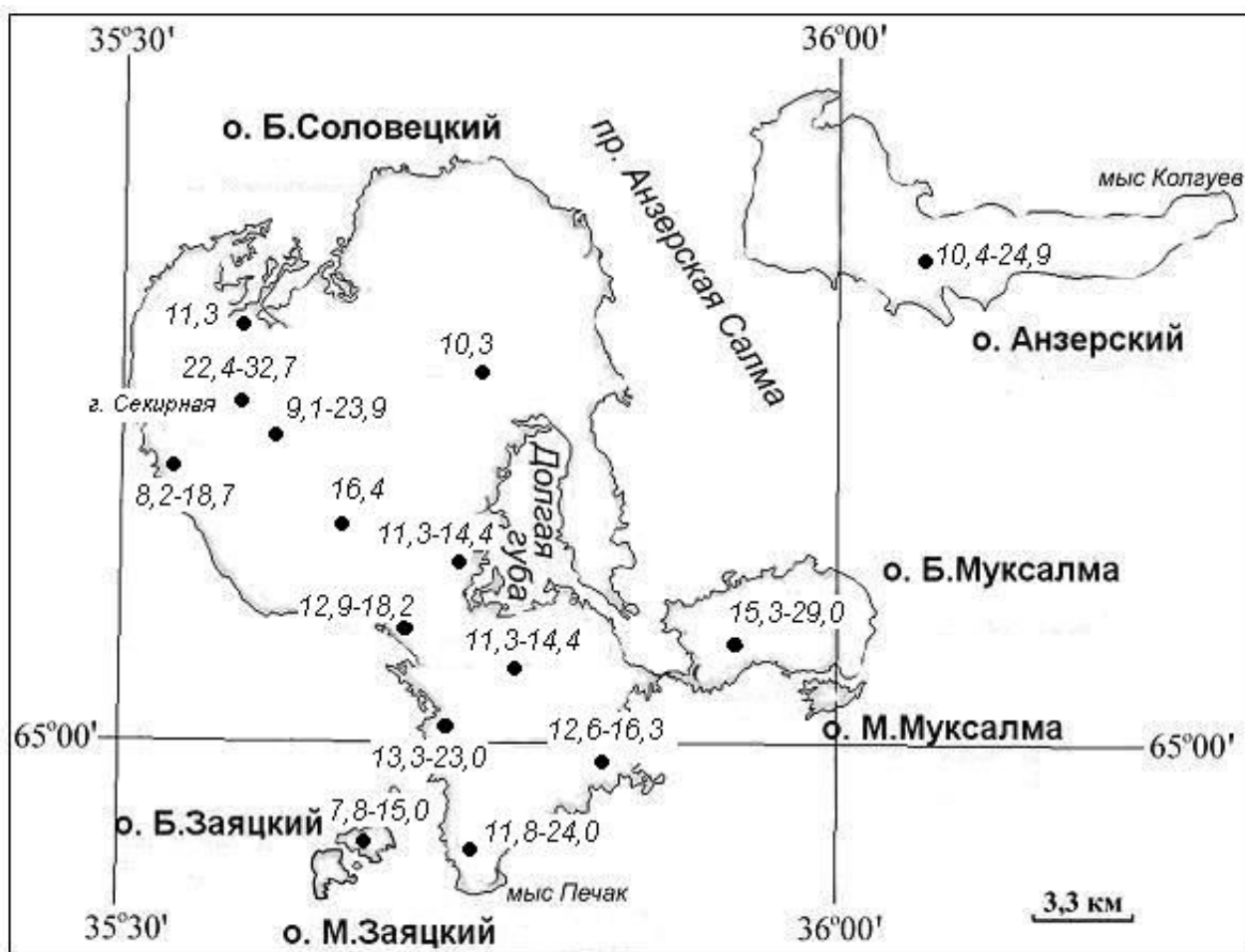


Рисунок 8.1. Значения твердости почвы (кг/см^2) в различных частях архипелага.

На участках, испытывающих уплотнение под действием транспорта (дороги, стоянки транспорта и пр.), твердость верхних слоев почвы также выше, чем под пологом леса в естественных условиях, и колеблется от 16,2 до 30,0 кг/см^2 , в среднем составляет $22,2 \pm 1,86 \text{ кг/см}^2$.

На участках, испытывающих антропогенное воздействие, максимума твердость достигает на смотровой площадке г. Секирной – 32,7 кг/см^2 . При этом на смотровой площадке, на ее краю и у валунной бани, где уплотняют почву рекреанты, значения твердости ($24,3-32,7 \text{ кг/см}^2$) выше, чем на автобусной площадке, находящейся у подножья этой горы (22,4 кг/см^2). Аналогичный случай наблюдается и на пробной площади мыса Печак (тропа – 24,0 кг/см^2 , дорога – 19,8 кг/см^2).

Таким образом, толщина лесной подстилки в естественных условиях под пологом леса выше, чем при вытаптывании. В тоже время твердость верхних слоев почвы выше там, где происходит ее уплотнение под действием транспорта и рекреантов. При этом в отдельных случаях человек в ходе вытаптывания уплотняет почву в большей степени, чем транспорт. Изменчивость этих показателей выше в случае рекреационной нагрузки.

Изменение подстилки в ходе вытаптывания имеет исключительно большое значение, так как это обуславливает совокупность косвенных влияний на другие компоненты экосистемы. Первоочередным следствием вытаптывания, как основного фактора рекреационного воздействия, является нарушение, а затем и уничтожение лесной подстилки. Рекреационные нагрузки приводят к увеличению плотности и твердости верхних слоев почвы, которое сопровождается снижением толщины лесной подстилки (Васильева, 1973; Таран, Спиридонов, 1977).

Изучение влияния рекреации на лесную подстилку и верхние слои почвы проводилось в ельниках черничниках и сосняках зеленомошниках, под которыми формируются подзолистые песчаные или супесчаные почвы (Ипатов, Косарев, Проурзин, Торхов, 2005б). Или в соответствии с Классификацией и диагностикой почв России (2004) альфегумусовые подзолы, различающиеся по выраженности альфегумусового горизонта, по проявлению глеевого горизонта, по литологической неоднородности субстрата (Матинян, Урусевская, 2006).

По нашей просьбе лабораторией географии почв Биологического НИИ СПбГУ (заведующая – д.с.-х.н. Матинян Н.Н.) на наиболее типичном участке в данных типах леса в районе озера Варваринское был сделан разрез и проведено его описание (за что мы им и выражаем свою благодарность):

О (0-6 см) – темно-коричнево-бурая, влажная подстилка из хвои, листьев, веточек; включение белесых от отмытых красящих пленок минералов. Переход резкий.

- Е (6-31 см) – неоднородно окрашен: на белесом фоне крупные серовато-бурые пятна, влажный, уплотненный песок, включение гальки и валунов диаметром до 60-65 см, есть корни растений. Переход ясный по цвету и плотности, граница волнистая.
- Vf (31-41 см) – ржаво-охристый, влажный, плотный, бесструктурный песок, включение хряща, дресвы, крупных валунов, корней деревьев. Переход ясный по цвету и плотности.
- BC (41-57 см) – грязно-серый, свежий, очень плотный, бесструктурный песок и супесь, включение хряща, дресвы, и валунов. Переход ясный по цвету.
- С (57-85 см) – темнее предыдущего, оливково-черный с мелкими ржаво-охристыми пятнышками, обильные включения обломков пород разного размера (хрящ, дресва, валуны, галька). Опесчаненный легкий суглинок, бесструктурный.

Название почвы - подзол иллювиально-железистый песчаный на моренном суглинке.

Анализ достоверных ($t_1 > 2,01$) результатов изменения твердости верхних слоев почвы и толщины лесной подстилки в представленных типах леса позволил установить ряд закономерностей.

В ельниках черничниках, где нет рекреационного воздействия, на 1 стадии дигрессии мощность лесной подстилки возрастает возле берегов озер в среднем до 19 см (табл. 8.3). Такая большая толщина подстилки связана, по-видимому, с суровыми климатическими условиями произрастания и высокой влажностью почв данного типа леса у берегов озер, приводящих к более медленному разложению органики (Мелехов, 1980). По мере усиления рекреационных нагрузок (вытаптывания) толщина подстилки уменьшается за счет ее уплотнения. При этом при высоких рекреационных нагрузках на 5

стадии дигрессии в ельниках-черничниках она уменьшается, уплотняясь, на 42% по сравнению с ненарушенными древостоями.

Таблица 8.3. Изменение толщины лесной подстилки и твердости верхних слоев почвы в ельниках-черничниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Толщина лесной подстилки, см.	Твердость верхних слоев почвы, кг/см ²
I	19,00±1,83	12,98±0,67
III	14,02±2,62	15,00±0,75
IV	5,32±1,62	18,08±1,40
V	10,99±1,60	17,52±0,54

В тоже время изменчивость толщины лесной подстилки на всех стадиях дигрессии большая (свыше 30%) и, начиная с 1 стадии, возрастает на 19% (на 1 стадии составляет 43,3%, на 3 стадии – 59,1% и на 5 стадии – 62,0%).

Теснота связи между стадиями дигрессии и толщиной подстилки значительная и обратная ($\eta=0,51\pm 10$), уравнение носит характер логарифмической функции (рис. 8.2).

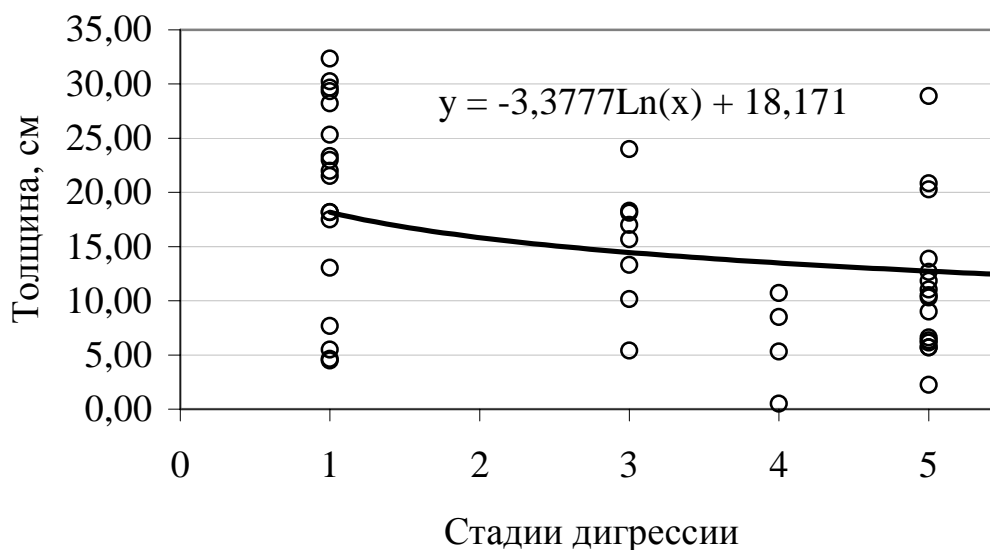


Рисунок 8.2. Изменение толщины лесной подстилки в ельниках-черничниках по стадиям дигрессии.

Также по мере возрастания рекреационных нагрузок (вытаптывании) в ельниках черничниках на Соловках увеличивается твердость верхних слоев почвы. При этом от 1 стадии к 5 она увеличивается на 35%. В тоже время изменчивость этого показателя средняя (колеблется от 10 до 30%) и, начиная с 1 стадии, уменьшается на 9% (на 1 стадии составляет 22,5%, на 3 стадии – 16,4% и на 5 стадии – 13,2%). Это, вероятно, связано с тем, что на данных участках, по мере увеличения стадии дигрессии рекреационное воздействие становится определяющим и выравнивает в значительной степени твердость верхних слоев почвы до глубины 9 см. Теснота связи между стадиями дигрессии и твердостью почвы значительная и прямолинейная ($r=0,62\pm 0,085$), уравнение носит характер прямой (рис. 8.3).

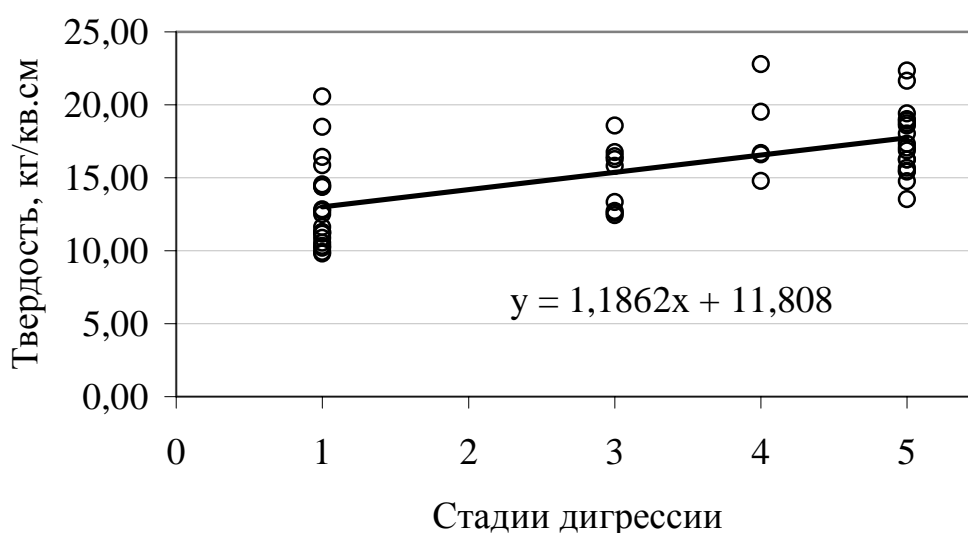


Рисунок 8.3. Изменение твердости верхних слоев почвы в ельниках-черничниках по стадиям дигрессии.

В сосняках зеленомошниках также как и в ельниках черничниках происходит уменьшение толщины лесной подстилки и увеличение твердости верхних слоев почвы вследствие роста рекреационных нагрузок (в ходе вытаптывания) (табл. 8.4).

Таблица 8.4. Изменение толщины лесной подстилки и твердости верхних слоев почвы в сосняках-зеленомошниках по стадиям дигрессии.

Стадия дигрессии	Толщина лесной подстилки, см.	Твердость верхних слоев почвы, кг/см ²
I	8,07	13,35
III	2,96	20,43
V	3,44	18,71

При этом толщина лесной подстилки в сосняках зеленомошниках на 1 стадии дигрессии в среднем составляет около 8 см, что значительно ниже, чем в ельниках черничниках. Это, вероятно, обусловлено более низкой влажностью почв данных типов леса. В дальнейшем по мере усиления рекреационных нагрузок от 1 к 5 стадии толщина лесной подстилки уменьшается на 57%. Это на 15% больше, чем уплотнение в ельниках черничниках. Твердость почвы соответственно увеличивается от 1 стадии к 5 на 40%. Это на 5% выше, чем в ельниках черничниках.

Таким образом, в ельниках черничниках и сосняках зеленомошниках твердость верхних слоев почвы в ходе рекреационной дигрессии закономерно растет на 35-40%, а толщина лесной подстилки закономерно уменьшается на 42-57%.

В свою очередь, твердость верхних слоев почвы и толщина лесной подстилки колеблется в пределах участков, испытывающих дигрессию, и зависит от характера использования данного участка и соответственно рекреационного воздействия. Около берега, кострищ и в местах прохождения троп твердость верхних слоев почвы достигает максимума (рис. 8.4), а толщина лесной подстилки минимума (рис. 8.5). Напочвенный покров практически отсутствует, участок находится на 4-5 стадии дигрессии.

По мере удаления от берега твердость верхних слоев почвы снижается, а толщина лесной подстилки повышается. Появляются устойчивые к вытаптыванию виды растений. Участки переходят на 2-3 стадию дигрессии.

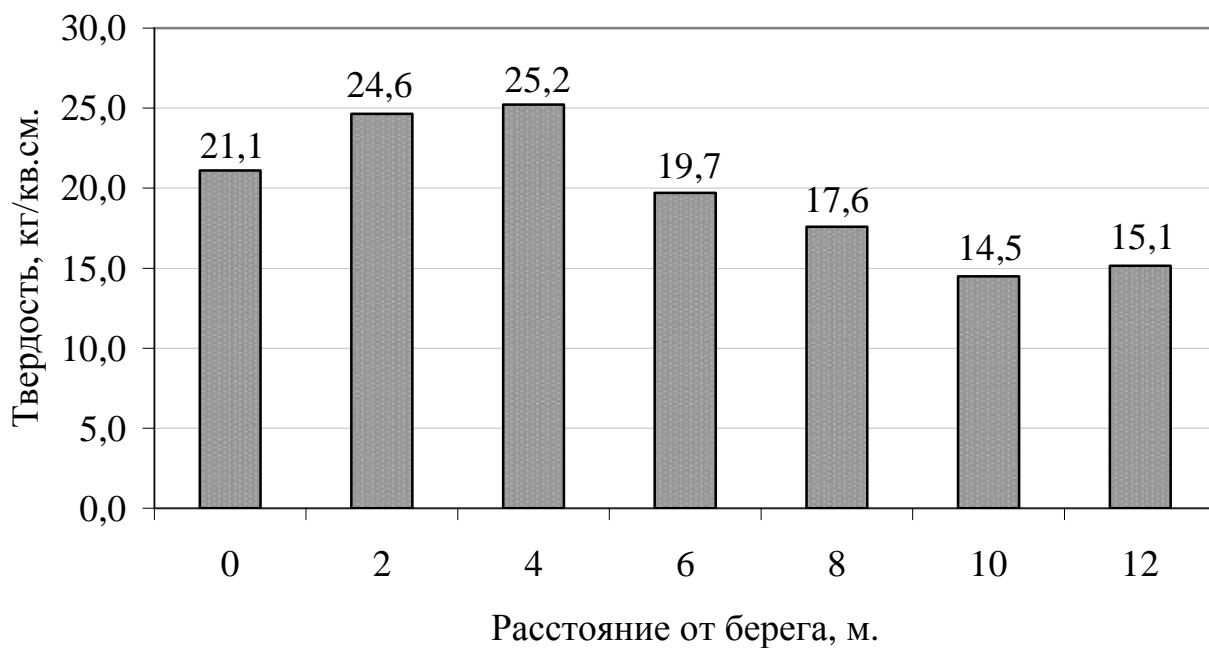


Рисунок 8.4. Изменение твердости верхних слоев почвы на различном расстоянии от берега в сосняках зеленомошниках (оз. Щучье).

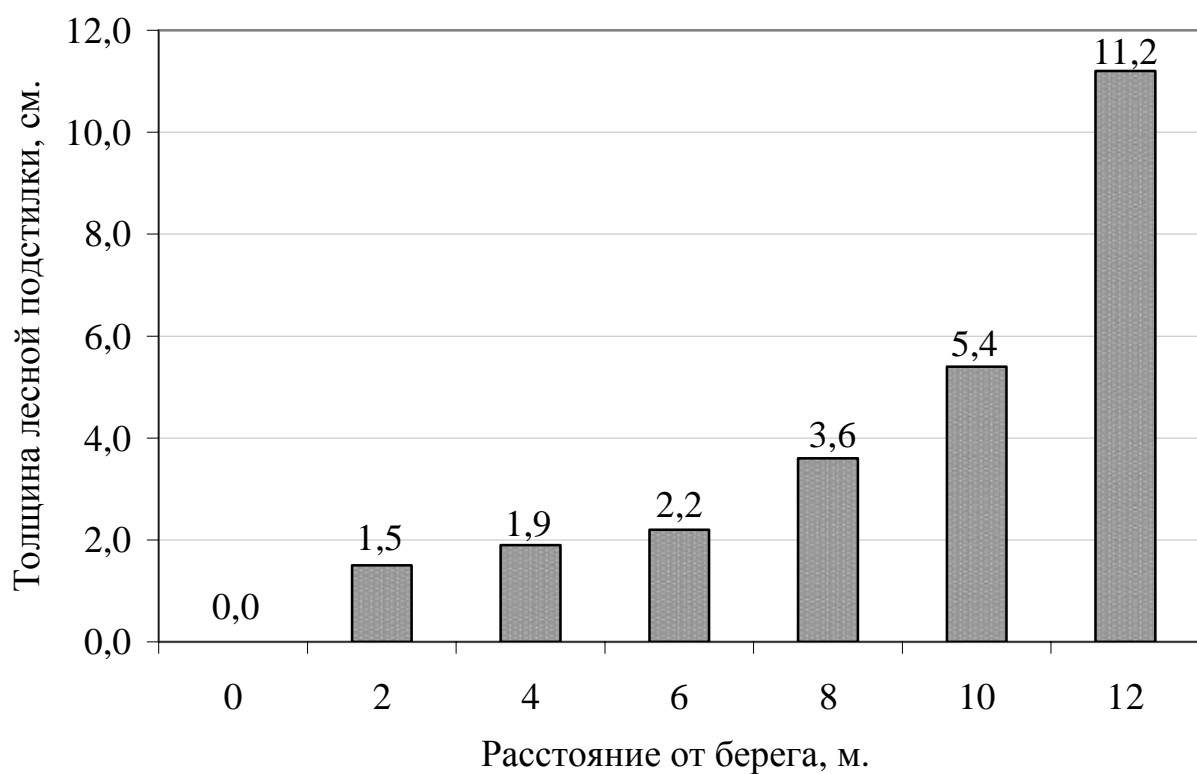


Рисунок 8.5. Изменение толщины лесной подстилки на различном расстоянии от берега в сосняках зеленомошниках (оз. Щучье).

Таким образом, как для островов в целом, так и для участков, испытывающих рекреационное воздействие, свойственно неравномерное, дифференцированное распределение нагрузки и соответственно дигрессии, зависящее, от характера использования и степени аттрактивности, привлекательности объектов и насаждений для того или иного вида использования. На озерах оно часто связано с рыбной ловлей, кратковременным (и иногда кемпинговым) размещением отдыхающих.

8.2. Основные принципы природопользования на территории лесов, выполняющих рекреационные функции.

Вопросы сохранения природы Соловецких островов зависят от режима и принципов рекреационного лесопользования. Леса, выполняющие в той или иной степени рекреационные функции, можно классифицировать следующим образом (Рысин, 1983):

1. Леса рекреационного назначения.

- Собственно рекреационные леса (особая категория земель лесного фонда, на которых функция рекреационного лесопользования является ведущей).
- Рекреационные леса в национальных и природных парках, иных охраняемых территориях.

2. Леса, частично выполняющие рекреационные функции (к ним относятся отдельные участки лесов защитных, водоохранных, эксплуатационных и др.).

Леса охраняемых территорий (национальные, природные парки и пр.) имеют свои специфические особенности. Основной целью, определяющей организацию и ведение хозяйства на этих территориях, является сохранение ценных природных комплексов и объектов. Поэтому рекреация здесь допускается только в тех местах и в том объеме, насколько это гарантирует сохранность выделенных для заповедания объемов. При этом возможность

посещения таких территорий рассматривается как условие для выполнения задачи просветительско-познавательной деятельности. Одной из основных форм рекреационного лесопользования тут становятся экскурсии по специально установленным маршрутам и традиционные формы природопользования местного населения (любительская рыбная ловля, сбор грибов и ягод).

Использование для отдыха леса всегда является лимитирующей функцией использования территории, т.е. она выдвигает особые требования и ограничения к другим отраслям деятельности человека, и в тоже время требует свою особую систему ведения хозяйства (Меллума, 1983). Она должна быть нацелена на сохранение стабильного состояния лесных экосистем, их средообразующей роли (Поляков и др., 1983), устойчивости к нагрузкам и долговечности пользования (Меллума, 1983), организацию системы эффективного использования рекреационных функций леса с целью создания комфортного отдыха (Смаглюк и др., 1983), получение лесных насаждений определенного состава и структуры, отвечающие требованиям рекреационной привлекательности (формирование определенной структуры ландшафт, повышение санитарно-гигиенических и эстетических свойств).

При организации отдыха, рационального использования, охраны и ведения хозяйства в рекреационных лесах необходима пространственная дифференциация по функциональным зонам (Меллума, 1983).

При этом целесообразно разделять единый рекреационный фонд на особо ценные природные комплексы и собственно рекреационные леса (Смаглюк и др., 1983).

На особо ценных природных комплексах вмешательство человека должно быть минимизировано и нацелено на сохранение природы.

В соответствии с этими положениями и полученными нами данными, была разработана схема функционального зонирования территории Соловецкого архипелага (рис. 8.6). Выделение рекреационной зоны основано на площади реально задействованной под рекреацию (вокруг рекреационных

центров и вдоль маршрутов передвижения рекреантов), где отмечается в той или иной степени дигрессия природных сообществ. В пределах данной зоны в ходе дальнейшей детализации возможно выделение участков интенсивной рекреации (5-4 стадии дигрессии) и умеренной (1-3 стадии). Остальная территория отводится под зону особо ценных природных комплексов. Охранная зона памятников на данном схеме не выделяется, вследствие мелкомасштабности карты.

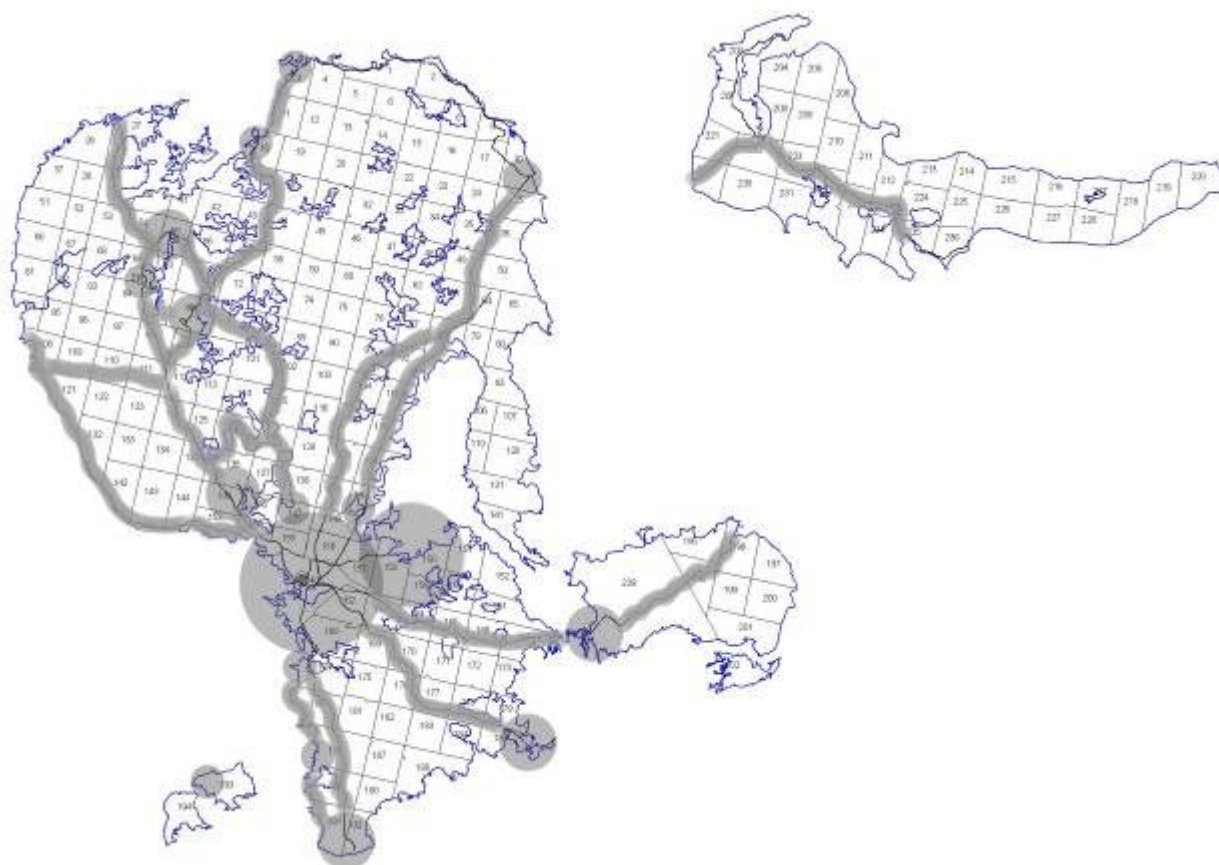


Рисунок 8.6. Схема функционального зонирования территории Соловецкого архипелага (серым показана рекреационная зона, остальное относится к особо ценным природным комплексам).

Зонирование территории собственно рекреационных лесов следует основывать на интегрированной оценке условий природной среды, т.н. рекреационной емкости. В связи с этим предложено понятие экологической емкости, т.е. способности отдельных участков территории вынести ту или иную нагрузку (Рысин, 1983). Совместно с социальной емкостью, под

которой понимается психологический порог плотности при различных формах отдыха (Wolak, 1975), – она составляет рекреационную емкость.

Величина экологической емкости зависит, как от возможностей самой среды, степени измененности биогеоценозов, так и от «модели отдыха», (Szwichtenberg, 1978; Дыренков, 1983). Исходными величинами для разработки нормативов допустимой численности отдыхающих могут являться установленные экспериментально предельно допустимые нагрузки для доминирующих видов травяного покрова как наименее устойчивого компонента лесного биогеоценоза (Смаглюк и др., 1983).

Исходя из продолжительности рекреационного периода, экологическая емкость площади реально задействованной под рекреацию на Соловках по разным оценкам может составить от 17 000 (Никишина, 1983), 26 500 (Природная..., 2007) до 45 000 (Ипатов и др., 2005б) человек за сезон. При этом в первом случае экологическая емкость природных сообществ определялась сначала экспериментально для каждого типа сообщества, а затем в целом для существующих маршрутов с учетом типологической структуры ландшафтов вдоль них. Во втором случае – расчетным путем на основе данных для сосняков, ельников и березняков с осинниками, приведенных для средней тайги и уменьшенных десятикратно. В третьем – также расчетным путем на основе нормативов, предложенных для применения Федеральной службой лесного хозяйства России при лесоустройстве национальных парков. Таким образом, численность посетителей островов приближается к опасному пределу, что требует принятие определенных решений. В этом отношении представляется важным и то, что как отмечают авторы книги о Соловецких лесах (Ипатов и др., 2005б) высокие рекреационные нагрузки 80-х годов XX века привели к тому, что к 1989 году рекреационному воздействию подверглась площадь в 5600 га или около 20% площади Гослесфонда. Также необходимо отметить, что по результатам мониторинга в 2005 году было выявлено увеличение количества участков с 3 и выше стадией дигрессии, особенно в окрестностях поселка

Соловецкий. Это требует четкого регулирования рекреации в местах критического состояния ландшафтов и предотвращения увеличения нарушенных ландшафтов.

В тоже время (Меллума, 1983) социальная емкость в большей степени ограничивает и определяет использование территории для отдыха, чем природные предпосылки. Определяется она психологическим комфортом и привлекательностью участков для той или иной рекреационной деятельности.

Цель ведения хозяйства заключается в сближении социальной и экологической емкостей.



Рисунок 8.7. Настил тропы в Ботанический сад облегчает передвижение экскурсантов и сохраняет уязвимую природу Соловков (фото – Ю.Б. Гендлина).

С помощью комплекса мер по благоустройству территории (настил (рис. 8.7), озеленительные работы, ландшафтные рубки и пр.) можно достичь этой цели, т.к. она повышает как устойчивость отдельных участков к

рекреационным нагрузкам, так и их привлекательность для отдыхающих. При этом она способствует регулированию туристского потока. Вследствие этого увеличивается в целом рекреационная емкость территории (Меллума, 1983).

Также в комплекс мер по организации и ведению хозяйства в рекреационных лесах входят организационные, охранные (система наблюдений за состоянием природных комплексов, запрет на посещение конкретных природных объектов и пр.) и лесоводственные (ландшафтные и санитарные рубки, посадки декоративных растений и др.) мероприятия.

Конечной целью рекреационного функционального зонирования территории должна быть дифференцированная система хозяйственных мероприятий и увязка их с конкретными лесорастительными, экономическими и социальными условиями (Сапожников, 1983).

8.3. Схема рациональной организации территории природного ландшафта вокруг рекреационных центров.

Дифференцированность рекреационных нагрузок на территории Соловецкого архипелага определяет локальный характер дигрессии, ограниченный в лесных насаждениях, примыкающих к рекреационным центрам, тропами (линейное воздействие) и небольшими по площади участками (площадное воздействие). Вдоль троп незначительно снижается количество здоровых деревьев, на участках, испытывающих рекреационную дигрессию, к 5 стадии уменьшается видовое обилие, разнообразие, высота доминантных видов растений, изменяется видовой состав напочвенного покрова, снижается толщина лесной подстилки и увеличивается твердость верхних слоев почвы.

С целью предотвращения расширения дигрессии лесных насаждений в данных рекреационных центрах, а также для создания благоприятных условий для организации отдыха и прогулок нами предлагается

следующая схема организации территории природного ландшафта вокруг них на примере такого наиболее характерного и полно изученного рекреационного объекта, как озеро Варваринское.

Основой для нее послужили результаты изучения характера рекреационной нагрузки (распределение, размер площадей и стадии дигрессии участков) вокруг него (раздел 6.2), а также визуальные оценки эстетического и санитарно-гигиенического состояния лесных участков исследуемого района.

С учетом распределения стоянок вдоль береговой линии озера (рис. 6.9) на участках с наибольшей площадью и стадией дигрессии, в благоприятных условиях для отдыха (отсутствие заболоченности, минимальное количество кровососущих насекомых, высокоэстетический ландшафт и пр.) нами предлагается создание и благоустройство пяти мест отдыха (рис. 8.8) из расчета на 1,5 км длины береговой линии озера.

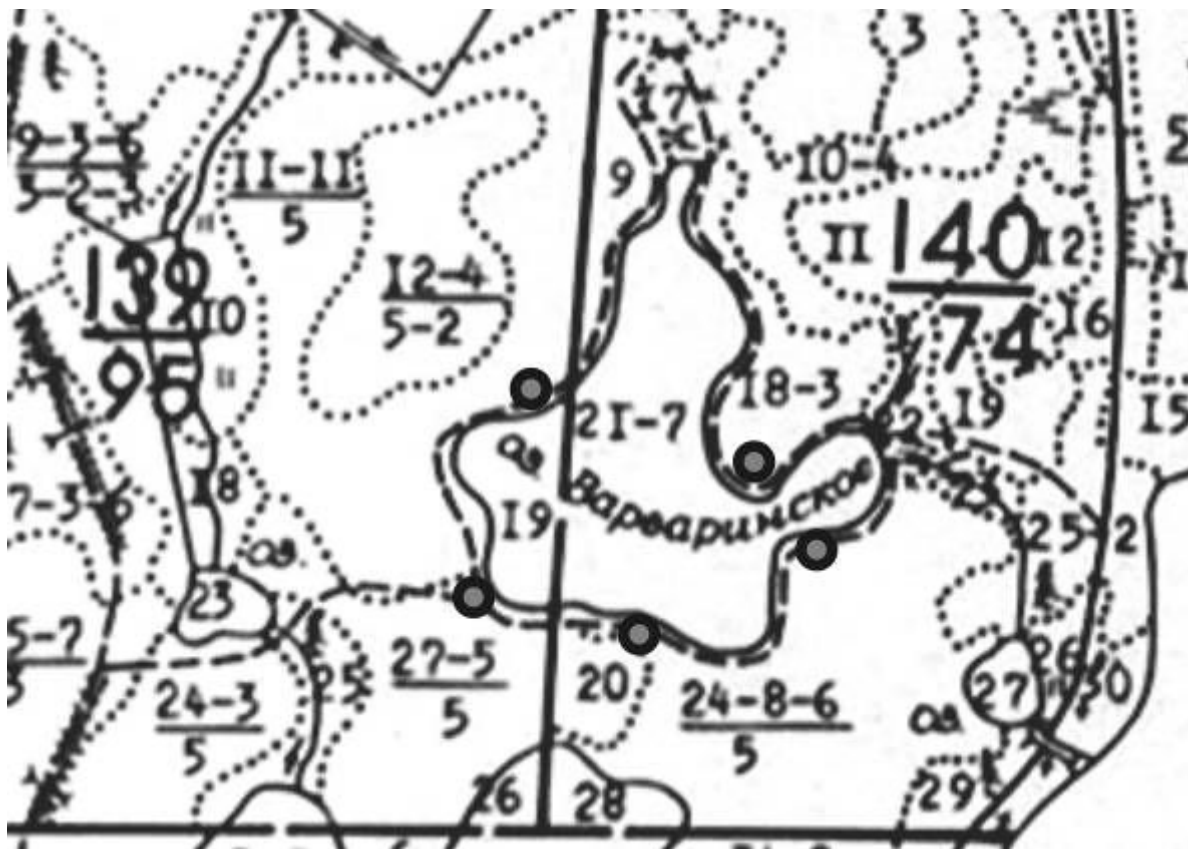


Рисунок 8.8. Распределение мест отдыха вдоль берега озера Варваринское.

В данных местах предлагаем установить рогульки и таганки для того, чтобы можно было готовить пищу, кипятить чай и т.п. Здесь же следует заготовить примерно по 2 куб.м. дров на каждый костер, сделать навес над ними, напилить и расставить вокруг костров чурбачки вместо сидений, изготовить на каждый такой участок по раздвижной скамейке. В радиусе по 5 м от участка отдыха следует сделать минерализованную полосу шириной 50 см и ямы для отходов. Кроме того, предлагаем облагородить имеющиеся тропы, в ходе чего вырубить подрост, мешающий передвижению, сделать гати по низким, сырым местам.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено:

1. Сосняки и ельники черничники на Соловках представлены в большинстве разновозрастными древостоями, возрастные ряды которых растянуты от 100 до 200 лет. Преобладание таких насаждений нехарактерно для северной тайги.
2. По санитарному состоянию в сосняках и ельниках черничниках преобладают здоровые, без признаков ослабления деревья (94,8-95,5% от общего количества), что выше, чем в пригородах г. Архангельска.
3. Рост древесных пород в высоту на Соловецком архипелаге ослаблен, напряженность конкурентных отношений ниже. Имеющийся характер ростовых процессов приводит к снижению соотношения h/d (имеет значения 58-71% от материковых) или полндревесности стволов. При этом хвойные породы имеют меньшие значения относительной высоты при более значительной изменчивости по диаметру и высоте по сравнению с лиственными.
4. Для сосняков черничных амплитуда колебаний индексов прироста ниже (наибольшие перепады значений составляют 38,5-51,8%, а дисперсия 88,6%), чем в сосняках мохово-лишайниковом и кустарничково-сфагновом (47,0-78,0%, 178,5% и 48,3-74,8%, 221,4% соответственно). Для ельников черничных, как и для сосняков данного типа условий местопроизрастания, характерна сравнительно невысокая амплитуда колебаний (наибольшие перепады значений составляют 35,1-54,7%, а дисперсия 113,7%). В колебаниях индексов прироста наблюдается определенное сходство распределения максимальных и минимальных значений, периодов повышения и спада.
5. В целом для сосняков и ельников черничников характерно преобладание подроста главной породы, возобновление которого удовлетворительное.

При этом на пробных площадях доминирует средний по высоте безукоризненно благонадежный подрост.

6. Видовое разнообразие растений напочвенного покрова в представленных типах леса характеризуется крайне бедностью и колеблется от 11 до 18 видов. При этом индекс Шеннона изменяется по ярусам от 0,62 до 2,12. Наиболее богатые типы леса – сосняк кустарничково-сфагновый и черничный (17-18 видов), наименее – сосняки брусничные и мохово-лишайниковые, осинник разнотравный (11 видов). Разнообразие выше для травяно-кустарничкового яруса (количество видов в среднем достигает 10, а индекс Шеннона изменяется от 1,36 до 2,12) и ниже для мохово-лишайникового (в среднем 5 видов, индекс Шеннона меняется от 0,62 до 1,81). Показатели выравненности высокие, в большинстве своем находятся в пределах от 0,69 до 0,93, что свидетельствует о низкой межвидовой конкуренции.
7. Наилучшим ростом в дендропитомнике Варварка отличаются псевдотсуга Мензиса и лиственница сибирская. Их отличает радиальный прирост, диаметр и высота. Созданные насаждения отличает лучшая форма стволов по сравнению с местными видами деревьев и большая продуктивность.
8. В культурах сосна скрученная превосходит сосну обыкновенную по высоте и бонитету, количеству ветвей первого порядка и продолжительности жизни хвои. При синхронном изменении радиального прироста, у сосны скрученной наблюдается отчетливый тренд увеличения зоны поздней древесины с возрастом.
9. Дифференцированность рекреационных нагрузок на территории Соловецкого архипелага определяет локальный характер дигрессии, ограниченный в лесных насаждениях, примыкающих к рекреационным центрам, тропами (линейное воздействие) и небольшими по площади участками (площадное воздействие).
10. Обилие растений напочвенного покрова в ельниках черничниках и сосняках зеленомошниках с 1 по 5 стадию дигрессии постоянно

прямолинейно уменьшается. При этом его значение для травяно-кустарничкового яруса в ельнике черничнике уменьшается в 4 раза, а в сосняке зеленомошнике в 10 раз. Мохово-лишайникового - в 3 раза.

11. По мере вытаптывания напочвенного покрова происходит смена доминирующих видов. При этом происходит значительное снижение обилия лесных видов травяно-кустарничкового яруса и зеленых мхов, утрата ряда из них, в видовом составе достигают существенного обилия осоки, злаки, клевера, а также мхи характерные для переувлажненных мест обитания.
12. Умеренные воздействия рекреантов на напочвенный покров увеличивают видовое разнообразие на 3-4 стадиях дигрессии. В исследуемых типах леса на 3 стадии оно увеличивается в среднем с 10 до 13 видов. На 5 стадии оно резко уменьшается. В сосняках зеленомошниках до 5 видов, а в ельниках черничниках до 7.
13. Высота доминантных видов растений напочвенного покрова от I к V стадии дигрессии уменьшается в наименьшей степени для брусники (в 3 раза), достигая 5 см, в наибольшей степени для черники (в 9 раз), достигая 4 см. Промежуточное положение занимает лерхенфельдия, высота которой снижается в 4 раза, достигая высоты 5 см.
14. Толщина лесной подстилки при высоких рекреационных нагрузках на 5 стадии дигрессии уменьшается, уплотняясь в ельниках-черничниках на 42%, а в сосняках зеленомошниках на 9% по сравнению с ненарушенными насаждениями. Твердость верхних слоев почвы увеличивается от 1 стадии к 5 в ельниках-черничниках на 35%, а в сосняках зеленомошниках на 40%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. При функциональном зонировании территории Соловецкого архипелага необходимо учитывать приуроченность рекреационной нагрузки на островах к определенным маршрутам и аттрактивным

центрам, от которых она «растекается» на прилегающие лесные экосистемы. В ходе нашего исследования были выделены такие маршруты и центры, предложена схема рациональной организации территории природного ландшафта вокруг последних на примере озера Варваринское.

2. В расчетах рекреационной емкости и соответствующих нагрузок в лесных насаждениях Соловков необходимо учитывать низкое видовое разнообразие напочвенного покрова, являющееся в значительной степени индикатором устойчивости экосистем. При этом различные типы леса имеют неодинаковые показатели биоразнообразия напочвенного покрова и, как показали наши исследования, по-разному реагируют на увеличение рекреационной дигрессии, в т.ч. по ярусам напочвенного покрова.
3. Рекомендовать введение в естественную лесную флору, особенно в рекреационных центрах таких древесных пород, как псевдотсуга Мензиса, лиственница сибирская и сосна скрученная, обладающих более значительной, чем у естественных пород динамикой роста и продуктивностью. Это способствует повышению видового и ландшафтного разнообразия, санитарно-гигиенических свойств лесных насаждений.
4. Также необходимо проведение регулярного мониторинга состояния лесных насаждений вокруг рекреационных центров с выделением участков, испытывающих нагрузки, их размеров и стадии дигрессии.
5. Проведенная инструментальная таксация на пробных площадях позволяет иметь объективные данные по состоянию этих насаждений на момент исследования и использовать их в последующем как контрольные или реперные для долгосрочного мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникеев, В.А. Об охране растительности Архангельской области [Текст] / В.А. Аникеев, В.П. Косарев, О.Н. Мироненко // Проблемы оптимизации и использования растительности и растительных ресурсов на Европейском Севере: тезисы докладов региональной научной конференции «Восьмые Перфильевские чтения». – Архангельск: Русское географическое общество РАН, Архангельский филиал, 1992. – С.101-103.
2. Анучин, Н.П. Лесная таксация [Текст] / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
3. Астрологова, Л.Е. Влияние рекреации на строение и структуру ценопопуляций черники в сосняках черничных [Текст] / Л.Е. Астрологова // Проблемы лесовыращивания на Европейском Севере: сб. научн. тр. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 1999. – 96 с.
4. Астрологова, Л.Е. Индикаторные растения лесных местообитаний [Текст]: методические указания к проведению практики по ботанике для студентов заочного факультета / Л.Е. Астрологова. – Архангельск: издательство АГТУ, 2002. – 60 с.
5. Астрологова, Л.Е. Методические указания к проведению полевой практики по ботанике [Текст] / Л.Е. Астрологова, Г.Б. Гортинский. – Архангельск: РИО АЛТИ, 1980. – 32 с.
6. Барзут, В.М. Анализ многолетней и погодичной динамики прироста хвойных в Беломорье [Текст]: автореферат дис. ... канд. биол. наук / В.М. Барзут. – Тарту, 1985. – 27 с.
7. Барзут, О.С. Динамика радиального прироста сосны обыкновенной на Большом Соловецком острове [Текст] / О.С. Барзут, А.Г. Кириллов // Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения: материалы международной конференции. – Архангельск: Институт экологических проблем Севера УрО РАН, 2002. – С. 291-294.

8. Бганцова, В.А. Влияние рекреационного лесопользования на почву [Текст] / В.А. Бганцова, В.Н. Бганцов, Л.А. Соколов // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С.71-85.
9. Бганцова, В.А. Влияние рекреационного пользования на некоторые свойства почв сложных сосняков и березняков [Текст] / В.А. Бганцова // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С.102-108.
10. Белов, С.В. Лесоводство [Текст]. Ч. I. Лесоведение: учебное пособие / С.В. Белов. – Л.: РИО ЛТА, 1976. – 224 с.
11. Беляева, Н.М. Об охране рекреационной зоны г. Читы [Текст] / Н.М. Беляева // Зап. Забайкал. фил. Геогр. о-ва СССР. – 1979. – №106. – С. 121-122.
12. Бирюков, С.Ю. Сосна скрученная на Соловецких островах [Текст] / С.Ю. Бирюков, А.Н. Соболев, П.А. Феклистов // Мониторинг природной среды Соловецкого архипелага: предварительные результаты и дальнейшие перспективы: тезисы докладов научно-практической конференции. – Соловки: ФГУК СГИАПМЗ, 2006. – С. 49-50.
13. Битвинкас, Т.Т. Дендроклиматические исследования [Текст] / Т.Т. Битвинкас. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 172 с.
14. Большакова, В.С. Изменение микрофлоры лесной почвы при нарушении коренного сосняка в лесопарковых условиях [Текст] / В.С. Большакова // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. – М.: Наука, 1973. – С.77-87.
15. Бондарчук, Г.В. Устойчивость рекреационных лесов левобережной лесостепи УССР [Текст] / Г.В. Бондарчук // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990 – С. 76-79.

- 16.Бурова, Н.В. Антропогенная трансформация пригородных лесов [Текст] / Н.В. Бурова, П.А. Феклистов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2007. – 264 с.
- 17.Бызова, Н.М. Рекреационные ресурсы Архангельской области [Текст] / Н.М. Бызова // Экологическая ситуация в Архангельской области: проблемы и перспективы оздоровления. Ч.2. – Архангельск: издательский центр АГМА, 2001. – С.134-140.
- 18.Ваганов, Е.А. Анализ роста дерева по структуре годичных колец [Текст] / Е.А. Ваганов, И.А. Терсков. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1977. – 150 с.
- 19.Вайчюнас, В. Влияние рекреации на водоохранно-защитные функции приречных лесов [Текст] / В. Вайчюнас // Современное состояние и перспективы рекреационного лесопользования. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1990. – С. 16-17.
- 20.Вальтер, Г. Общая геоботаника [Текст] / Г. Вальтер. – М.: Мир, 1982. – 264 с.
- 21.Васильева, И.Н. Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений [Текст] / И.Н. Васильева // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. – М.: Наука, 1973. – С. 36-44.
- 22.Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев [Текст] / К.К. Высоцкий. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 175 с.
- 23.Гласова, Н.В. Антропогенная трансформация пригородных ельников [Текст]: автореферат дис. ... канд. сельскохозяйств. наук / Н.В. Гласова. – Архангельск, 2006. – 20 с.
- 24.Голод, Д.С. Влияние рекреации на структурные элементы лесных биогеоценозов [Текст] / Д.С. Голод, Красовский // Современное состояние и перспективы рекреационного лесопользования. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1990. – С. 22-23.

25. Гольцев, А.Ф. Влияние рекреации на почвенный покров буковых насаждений [Текст] / А.Ф. Гольцев // Лесн. хоз-во. – 1982. – №2. – С. 57-58.
26. Гольцев, А.Ф. Влияние рекреации на травяно-кустарничковый ярус в буковых насаждениях [Текст] / А.Ф. Гольцев // Лесн. хоз-во. – 1982. – № 6. – С. 61-62.
27. Горшенин, Н.М. Экспериментальные исследования влияния рекреационной нагрузки на компоненты лесного биогеоценоза [Текст] / Н.М. Горшенин, В.Д. Бондаренко, И.В. Делеган, Г.Т. Криницкий // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: тез. докл. Всесоюз. совещ. – М., 1979. – С. 48-50.
28. Гусев, И.И. Лесная таксация [Текст]: учебное пособие к проведению полевой практики / И.И. Гусев, В.И. Калинин – Л.: ЛТА, 1988. – 61с.
29. Гусев, И.И. Продуктивность ельников Севера [Текст] / И.И. Гусев. – Л., 1978. – С. 37-38.
30. Гусев, И.И. Таксация древостоя [Текст]: учебное пособие / И.И. Гусев. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. – 71 с.
31. Гусев, И.И. Моделирование экосистем [Текст]: учебное пособие / И.И. Гусев. – Архангельск: Издательство АГТУ, 2002. – 112 с.
32. Дидух, Я.П. Диагностика рекреационных изменений лесной растительности различных уровней ее организации [Текст] / Я.П. Дидух // Современные проблемы рекреационного лесопользования: тез. докл. Всесоюз. совещ. – М., 1985. – С. 86-87.
33. Домбровская, А.В. Лишайники и мхи Севера Европейской части СССР [Текст]: краткий определитель / А.В. Домбровская, Р.Н. Шляков. – Л.: Наука, 1967. – 182 с.
34. Дыренков, С.А. Изменения лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования [Текст] / С.А. Дыренков // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 20-34.

35. Евсеев, А.В. Оценка рекреационного потенциала Севера России [Текст] / А.В. Евсеев, Т.М. Красовская, Н.С. Мироненко, В.С. Тикунов, Н.В. Шабалина. – Смоленск: Изд-во смоленского гуманитарного университета, 1996. – 62с.
36. Ежов, О.Н. Афиллофороидные грибы Соловецкого архипелага [Текст] / О.Н. Ежов, Р.В. Ершов // Биоразнообразие, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера: материалы XI Перфильевских чтений, посвященных 125-летию со дня рождения Ивана Александровича Перфильева (1882-1942), ч.1. – Архангельск, 2007. – С. 48-51.
37. Жижин, Н.П. Рекреативные изменения подстилки в лесах Прикарпатья [Текст] / Н.П. Жижин, Н.Н. Зеленский // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М.: Наука, 1983. – С. 71-73.
38. Забросаев, Н.С. Влияние антропогенных и природных факторов на дубравы Молдавии и особенности ведения хозяйства в рекреационных лесах [Текст] / Н.С. Забросаев // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С.68-80.
39. Загирова, С.В. Структура ассимиляционного аппарата и CO₂-газообмен у хвойных [Текст] / С.В. Загирова. – Екатеринбург: УрО РАН, 1999. – 108 с.
40. Звиедрис, А.И. Влияние климатических факторов на ширину годичных слоев ели [Текст] / А.И. Звиедрис, Р.Я. Сацениекс // Ель и ельники Латвии. – Рига: Лат. НИИЛХ, 1975. – С. 159-165.
41. Зеленский, Н.Н. Влияние рекреационных нагрузок на культуры лиственницы европейской в западных областях УССР [Текст] / Н.Н. Зеленский, Н.П. Жижин // Лесн. журн. – 1975. – № 1. – С. 33-42.
42. Зеликов, В.Д. Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках [Текст] / В.Д. Зеликов, В.Г. Пшоннова // Лесн. хоз-во. – 1961. – №12. – С. 34-37.

43. Зонн, С.В. Почва как компонент лесного биогеоценоза [Текст] / С.В. Зонн // Основы лесной биогеоценологии. – М., 1964.
44. Иванов, Б.Н. Влияние уплотнения на физические свойства серой лесной почвы в лесу при рекреации [Текст] / Б.Н. Иванов // Лесоведение. – 1990. – №3. – С. 58-62.
45. Иллюстрированный определитель растений Карельского перешейка [Текст] / Под ред. А.Л. Буданцева и Г.П. Яковлева. – СПб.: СпецЛит; Издательство СПХФА, 2000. – 478 с.
46. Ипатов, Л.Ф. Кедр сибирский на Соловецких островах. [Текст] / Л.Ф. Ипатов // Лесной журнал. – 1993. – № 5-6. – 7-11 с.
47. Ипатов, Л.Ф. Кедр на Соловках [Текст] / Л.Ф. Ипатов. – Архангельск, 2005. – 36 с.
48. Ипатов, Л.Ф. Леса Соловецких островов [Текст] / Л.Ф. Ипатов, В.П. Косарев, Л.И. Проурзин, С.В. Торхов. – Архангельск, 2005. – 60 с.
49. Ипатов, Л.Ф. Соловецкий лес [Текст] / Л.Ф. Ипатов, В.П. Косарев, Л.И. Проурзин, С.В. Торхов. – Архангельск, 2005. – 225 с.
50. Исаев, В.И. Применение механики грунтов для изучения изменений водно-физических свойств лесных почв в результате воздействия антропогенных факторов [Текст] / В.И. Исаев // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. – М.: ВНИИЛМ, 1977. – С. 169-187.
51. Казанская, Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности [Текст] / Н.С. Казанская // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1972. – № 1. – С. 52-59.
52. Казанская, Н.С. Рекреационные леса [Текст] / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 96 с.
53. Карпачевский, Л.О. Лес и лесные почвы [Текст] / Л.О. Карпачевский. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.
54. Кекишева, Ю.Е., Ценотическая структура и флористический состав ельников зеленомошников средней подзоны тайги [Текст] /

- Ю.Е. Кекишева, Е.Н. Наквасина // ИВУЗ Лесной журнал. – 2008. – №8. – С. 26-32.
55. Киселева, К.В. Сосудистые растения Соловецкого историко-архитектурного и природного музея заповедника [Текст]: аннотированный список видов / К.В. Киселева, В.С. Новиков, Н.Б. Октябрева // серия «Флора и фауна музеев-заповедников и национальных парков». – М.: 1997. – Вып.1. – 44 с.
56. Киселева, К.В. Определитель сосудистых растений Соловецкого архипелага [Текст] / К.В. Киселева, В.С. Новиков, Н.Б. Октябрева, А.Е. Черенков. – М. 2005. – 175 с.
57. Кищенко, И.Т. Основы лесной биогеоценологии [Текст] / И.Т. Кищенко. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2005. – 332 с.
58. Классификация и диагностика почв России [Текст] / Авторы и составители Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
59. Козобродов, А.С. Влияние рекреационных нагрузок на сосновые биогеоценозы зеленой зоны г. Мурманска [Текст] / А.С. Козобродов // Проблемы экологии на Европейском Севере: сборник научных трудов. – Архангельск: АЛТИ, 1992. – С. 27-30.
60. Комин, Г.Е. К вопросу о типах возрастной структуры насаждений [Текст] / Г.Е. Комин // ИВУЗ Лесной журнал. – 1963. – №3. – С. 37-42.
61. Комин, Г.Е. Возрастная структура древостоев в лесах России [Текст] / Г.Е. Комин. – Сочи: ФГУ НИИгорлесэкол, 2003. – 219 с.
62. Королев, Т.Н. Соловецкий лес по лесоустроительным данным 1925 года [Текст] / Т.Н. Королев // Материалы СОАОК. – 1926. – Вып. 1. – С. 107-114.
63. Корчагин, А.А. Определение возраста деревьев умеренных широт [Текст] / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. Т.2. – Л.: Издательство АН СССР, 1960. – С. 209-240.

- 64.Крестьяшин, Л.И. О *Pinus sibirica* Du tour на Соловецких островах [Текст] / Л.И. Крестьяшин, В.А. Макаров // Ботанический журнал. – 1975. – т.60, Ч.8. – с. 1198-1203.
- 65.Крестьяшина, Л.В. Рекреационное лесопользование в пригородных лесах Ленинграда [Текст] / Л.В. Крестьяшина, Г.И. Арно, С.С. Савицкий, А.А. Кавин, Е.Н. Соловьева // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С.38-44.
- 66.Кузнецова, Т.С. Влияние мощности и состава подстилки на травяно-кустарничковый ярус в рекреационных сосняках лесостепи [Текст] / Т.С. Кузнецова, Е.В. Малаха, О.Ф. Данилова // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М.: Наука, 1983. – С. 105.
- 67.Кузьмина, Е.В. Изменение корневой системы подроста ели под влиянием рекреационного уплотнения почвы [Текст] / Е.В. Кузьмина // Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М., 1978. – С. 44-48.
- 68.Кучерявый, В.А. Восстановление и охрана бука в рекреационных насаждениях комплексной зеленой зоны Львова [Текст] / В.А. Кучерявый // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С. 74-76.
- 69.Кучко, А.А. Оптимизация рекреационного лесопользования в зеленой зоне г. Петрозаводска [Текст] / А.А. Кучко // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С. 32-38.
- 70.Лалетин, А.П. Рекреационная устойчивость типов леса мемориального лесопарка «Шушенский бор» [Текст] / А.П. Лалетин // Современные проблемы рекреационного лесопользования: тез. докл. Всесоюз. совещ. – М., 1985. – С.103-104.
- 71.Лебедев, А.В. Патология и устойчивость подроста ели в рекреационных древостоях северной подзоны тайги [Текст] / А.В. Лебедев // ИВУЗ Лесной журнал. – 1989. – № 4. – С.25-29.

72. Лебедев, А.В. Влияние рекреации на состояние и устойчивость деревьев ели в северной подзоне тайги [Текст] / А.В. Лебедев // ИВУЗ Лесной журнал. – 1990. – №2. – С. 13-16.
73. Лебедев, А.В. Корневая губка в рекреационных ельниках и диагностика поражений деревьев [Текст] / А.В. Лебедев // ИВУЗ Лесной журнал. – 1998. – № 4. – С. 29-35.
74. Лебедев, А.В. Патология деревьев ели при различной рекреационной нагрузке [Текст] / А.В. Лебедев // ИВУЗ Лесной журнал. – 1999. – № 2-3. – С. 52-57.
75. Левин, В.И. Сосняки Европейского Севера (строение, рост и таксация древостоев) [Текст] / В.И. Левин. – М.: Лесная промышленность, 1966. – С. 45-49.
76. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР [Текст]: нормативные материалы для Архангельской, Вологодской областей и Коми АССР / Г.С. Войнов, Е.Г. Тюрин, И.И. Гусев. – Архангельск: Архангельский институт леса и лесохимии, 1986. – 358 с.
77. Лопаткин М.В. Мифы и реальность Соловков (к общественной дискуссии о будущем Соловков) [Электронный ресурс] / официальный сайт Федерального государственного учреждения культуры «Соловецкий государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник», 2009. – Режим доступа: <http://www.solovki.name/reserve/today/mythes.shtml>. – Загл. с экрана.
78. Луганский, Н.А. Лесоведение [Текст]: учебное пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Щавровский. – Екатеринбург: УГЛТА, 1996. – 373 с.
79. Львов, П.Н. Полевое описание типов леса и учет естественного лесовозобновления [Текст]: методические указания к учебной практике для студентов III курса / П.Н. Львов, Д.А. Усова. – Архангельск: АЛТИ, 1986. – 36 с.

- 80.Макарова, Л.М. Рекреационный потенциал Соловецкого архипелага [Текст]: выпускная квалификационная работа по географии / Поморский государственный университет; Л.М. Макарова. – Архангельск, 2008. – 82 с. – Научный архив СГИАПМЗ.
- 81.Манов, А.В. Структура, динамика роста и продуктивность древостоев притундровых ельников Печорского бассейна [Текст]: автореферат дис. ... канд. сельскохозяйств. наук / А.В. Манов. – Архангельск, 2009. – 18 с.
- 82.Маргус, М.М. Научные основы рационального использования и охраны рекреационных лесов Эстонской ССР [Текст] / М.М. Маргус // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С.35-43.
- 83.Маргус, М.М. Оптимизация рекреационного лесопользования в Эстонской ССР [Текст] / М.М. Маргус // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С. 27-29.
- 84.Мартынов, А.Я. Памятники первобытной культуры о. Б. Муксалма Соловецкого архипелага [Текст] / А.Я. Мартынов // Соловецкий сборник. – Архангельск, 2007. – Вып. 4. – С. 86-111.
- 85.Мартынов, А.Я. Памятники первобытной культуры Большого Соловецкого острова Соловецкого архипелага [Текст] / А.Я. Мартынов // Соловецкий сборник. – Архангельск, 2008. – Вып. 5. – С. 42-90.
- 86.Маслаков, Е.Л. Формирование сосновых молодняков [Текст] / Е.Л. Маслаков. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 168 с.
- 87.Матвеев, С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи [Текст] / С.М. Матвеев. - Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. – 272 с.
- 88.Матинян, Н.Н. Почвы естественных и антропогенных экосистем Соловецкого архипелага [Текст] / Н.Н. Матинян, И.С. Урусевская // Мониторинг природной среды Соловецкого архипелага: предварительные результаты и дальнейшие перспективы: тезисы докладов научно-практической конференции. – Соловки: ФГУК СГИАПМЗ, 2006. – с. 20-21.

89. Меланхолин, П.Н. Изменение видового разнообразия травяно-кустарничкового яруса при различных антропогенных нагрузках на лесные экосистемы [Текст] / П.Н. Меланхолин. // Лесоведение. – 2006. – № 6. – С. 52-58.
90. Мелехов, И.С. Лесоведение [Текст]: учебник для вузов / И.С. Мелехов. – М., 1980. – 406 с.
91. Меллума, А.Ж. Результаты и перспективы исследований по проблеме рекреационного использования природы в Латвийской ССР [Текст] / А.Ж. Меллума // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С.55-67.
92. Мозолевская, Е. Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса [Текст] / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 152 с.
93. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе [Текст] / Г.Ф. Морозов. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. – С. 110-115.
94. Надеждина, Е.С. Рекреационная дигрессия лесных биогеоценозов [Текст] / Е.С. Надеждина // Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М., 1987. – С. 35-44.
95. Неволин, О.А. Лесоустройство [Текст] / О.А. Неволин, С.В. Третьяков, С.В. Ердяков, С.В. Торхов. – Архангельск: Правда Севера, 2003. – 583 с.
96. Никишина, А.Г. Устойчивость природных ландшафтов Соловецких островов к рекреационному воздействию [Текст] / А.Г. Никишина // Природа и хозяйство Севера – Мурманск, 1985. – Вып 13. – С. 81-87.
97. Никишина, А.Г. Определение пропускной способности современных и перспективных туристических маршрутов, рекомендации по регулированию туристско-экскурсионных потоков [Текст]: научная справка / Соловецкий музей-заповедник; А.Г. Никишина. – Соловки, 1983. – 13 с. – Научный архив СГИАПМЗ.

98. Одум, Ю. Экология [Текст]. В 2 т. Т. 1. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – 328 с.
99. Одум, Ю. Экология [Текст]. В 2 т. Т. 2. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – 376 с.
100. ОСТ 56-84-85. Использование лесов в рекреационных целях. Термины и определения [Текст]. – Введ. 01.01.87. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1986. – 5 с.
101. ОСТ 56-100-95 Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы [Текст]. – Введ. 20.07.1995 г. – М.: ВНИИЛМ лесного хозяйства, 1995. – 13 с.
102. Петрик, Н.И. Смена древесных пород на Соловецких островах [Текст] / Н.И. Петрик // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л., 1980. – Вып. 9. – С. 53-67.
103. Петрик, Н.И. Причины смены сосны елью на Соловецких островах [Текст] / Н.И. Петрик // Рациональное использование и восстановление природных ресурсов на Европейском Севере: тез. докладов научно-техн. конф. молодых ученых и специалистов. – Архангельск, 1980. – С. 31.
104. Петрик, Н.И. Смена сосны елью и пути восстановления сосны на Соловецких островах [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Н.И. Петрик — Л.: 1981. – 20 с.
105. Петров, В.В. Жизнь леса и человек [Текст] / В.В. Петров. – М.: Наука, 1985. – 188 с.
106. Петров, М.Ф. Культуры кедра в Карельской АССР [Текст] // Кедр сибирский на Европейском Севере СССР. – Л.: Наука, 1972. – С. 53-58.
107. Пешко, В.Р. Влияние рекреационной нагрузки на некоторые свойства лесных почв [Текст] / В.Р. Пешко, Л.И. Половников, И.В. Делеган // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. – Киев: Будавельник, 1979. – № 10. – С. 18-21.

108. Полевой справочник таксатора [Текст] (для таежных лесов Европейского Севера) / В.И. Левин, И.И. Гусев, В.И. Калинин, О.А. Неволин, Н.М. Нефедов, Н.А. Шишкин. – Вологда: Сев.-зап.кн.изд-во, 1971. – 196 с.
109. Поляков, А.Ф. Рекреационное лесопользование в горном Крыму [Текст] / А.Ф. Поляков, Л.Ф. Каплюк, Е.И. Савич, А.Г. Рудь // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 95-103.
110. Поляков, А.Ф. Лесная подстилка как показатель деградации при рекреационном использовании лесов Южного берега Крыма [Текст] / А.Ф. Поляков, Е.Ф. Молчанов, И.Г. Мазина // Современное состояние и перспективы рекреационного лесопользования. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1990. – С.64-65.
111. Полякова, Г.А. Антропогенное влияние на сосновые леса Подмосковья. [Текст] / Г.А. Поляков, Т.В. Малышев, В.А. Флеров. – М.: Наука, 1981. – 144 с.
112. Принцев, А. Соловецкий лес [Текст]: из предварительного краткого отчета / А. Принцев // Соловецкие острова. – 1925. – № 4-5. – С. 19-21.
113. Принцев, А. Соловецкий лес [Текст]: из предварительного краткого отчета / А. Принцев // Соловецкие острова. – 1925. – № 6. – С. 14-20.
114. Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата [Текст] / Под ред. Ю.Г. Шварцмана, И.Н. Болотова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 184 с.
115. Прохоров, В.П. К вопросу об определении стадий рекреационной дигрессии сосновых насаждений по величине радиального прироста [Текст] / В.П. Прохоров // Экологические проблемы Севера. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2004. – Вып. 7. – С. 16-18.

116. Прохоров, В.П. Подрост и живой напочвенный покров в средневозрастных рекреационных сосняках [Текст] / В.П. Прохоров // Проблемы лесовыращивания на Европейском Севере. Сборник научных трудов. – Архангельск: АГТУ, 1999. – С. 74-78.
117. Прохоров, В.П. Состояние сосновых насаждений в местах проведения «праздника песни» [Текст] / В.П. Прохоров // Проблемы экологии на Европейском Севере. – Архангельск: АЛТИ, 1992. – С. 42-47.
118. Прыгов, Е.В. Изменение насаждений вблизи санатория «Беломорье» под влиянием рекреационных нагрузок [Текст] / Е.В. Прыгов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 1998. – С. 24-25.
119. Прыгов, Е.В. Состояние и рост насаждений сосны в рекреационных лесах северной тайги [Текст]: автореферат дис. ... канд. сельскохозяйств. наук / Е.В. Прыгов. – Архангельск, 2001. – 20 с.
120. Репшас, Э.А. Особенности дигрессии и регрессии рекреационных лесов Литовской ССР [Текст] / Э.А. Репшас // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 44-55.
121. Репшас, Э.А. Теоретические предпосылки изучения рекреационной дигрессии леса [Текст] / Э.А. Репшас // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С.23-27.
122. Решение XVI генеральной сессии ЮНЕСКО от 14 декабря 1992 года.
123. Рожков, Л.Н. Организация рекреационного лесопользования в Белоруссии [Текст] / Л.Н. Рожков // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С.29-32.
124. Репшас, Э.А. Оптимизация рекреационного лесопользования (на примере Литвы) [Текст] / Э.А. Репшас. – М.: Наука, 1994. – 240 с.

125. Романько, В.С. Оценка интенсивности рекреационного воздействия на прибрежные леса Рузского водохранилища [Текст] / В.С. Романько // Сборник науч. тр. Центр, лаб. охраны природы. – 1976. – Вып. 4. – С. 176-182.
126. Романько, В.С. К вопросу о рекреационном использовании прибрежных лесов Рузского водохранилища [Текст] / В.С. Романько // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов Московской области. – М., 1977. – С. 88-91.
127. Романько, В.С. Рекреационная дигрессия растительности прибрежных лесов Рузского водохранилища [Текст] / В.С. Романько // Изменения природной среды в связи с деятельностью человека. – М., 1978. – С. 74-82.
128. Рысин, Л.П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного лесопользования [Текст] / Л.П. Рысин // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С.5-20.
129. Рысин, Л.П. Методологические основы оптимизации рекреационного лесопользования (на примере лесов Подмосковья) [Текст] / Л.П. Рысин // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С. 6-15.
130. Рысин, Л.П. Влияние рекреационного лесопользования на растительность [Текст] / Л.П. Рысин, Г.А. Полякова // Природные аспекты рекреационного использования леса. - М.: Наука, 1987. - С. 4-25.
131. Рысин, Л.П. Влияние рекреационного лесопользования на отдельные компоненты биогеоценозов сосновых и берёзовых лесов [Текст] / Л.П. Рысин, Г.П. Рысина // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С. 95-102.
132. Санитарные правила в лесах СССР [Текст]. – М.: Гослесхоз, 1970. – 16 с.

133. Санитарные правила в лесах Российской Федерации [Текст]. – М.: Экология, 1992.
134. Сапожников, А.А. Рекреационное лесопользование в восточной части зоны БАМ [Текст] / А.А. Сапожников // Рекреационное лесопользование в СССР. - М.: Наука, 1983. - С. 111-124.
135. Семенов, Б.А. Особенности роста, состояния и возобновления притундровых ельников [Текст] / Б.А. Семенов // Проблемы притундрового лесоводства. – Архангельск, 1995. – С. 30-41.
136. Смаглюк, К.К. Исследование рекреационного лесопользования в Карпатах [Текст] / К.К. Смаглюк, В.И. Середин, А.И. Питикин, В.И. Парпан // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 81-95.
137. Соболев, А.Н. Изменение проективного покрытия напочвенного покрова и высоты растений в местах рекреационных нагрузок (Б. Соловецкий остров) [Текст] / А.Н. Соболев // Экологические проблемы Севера: межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2005. – Вып. 8. – С. 183-187.
138. Соболев, А.Н. Изменение отдельных характеристик напочвенного покрова ельников-черничников в аттракционных центрах Б. Соловецкого острова [Текст] / А.Н. Соболев // Структурно-функциональные особенности биосистем Севера (особи, популяции, сообщества): материалы международной научной конференции. Ч. II. (М – Я). – Петрозаводск: изд-во ПетрГУ, 2005. – С. 140-143.
139. Соболев, А.Н. Изменение видового обилия и разнообразия (по индексу Шеннона) в ходе рекреационной дигрессии (о. Б. Соловецкий) [Текст] / А.Н. Соболев // Экологические проблемы Севера: межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2006. – Вып. 9. – С. 91-92.
140. Соболев, А.Н. Изменение твердости верхнего слоя почвы и толщины лесной подстилки по стадиям дигрессии [Текст] /

- А.Н. Соболев // Экологические проблемы Севера: межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2007. – Вып. 10. – С. 36-37.
141. Соболев, А.Н. Изменение видового разнообразия, твердости и толщины лесной подстилки ельников-черничников в зависимости от стадии дигрессии [Текст] / А.Н. Соболев // Биоразнообразиие, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера: материалы XI Перфильевских чтений, посвященных 125-летию со дня рождения Ивана Александровича Перфильева (1882-1942). Ч.2. – Архангельск, 2007. – С. 153-158.
142. Соболев, А.Н. Изменение обилия и видового разнообразия ельников-черничников в зависимости от стадии дигрессии [Текст] / А.Н. Соболев // Экология – 2007: материалы докл. междунар. молодежной конф. – Архангельск, 2007. – С. 216-217.
143. Соболев, А.Н. Изменение показателей разнообразия ельников-черничников в зависимости от стадии дигрессии [Текст] / А.Н. Соболев // Экологическое образование и экологическая наука для устойчивого развития: материалы V международной научно-практической конференции. – Архангельск: Поморский университет, 2007. – С. 386-388
144. Соболев, А.Н. Возрастная структура и санитарное состояние сосновых и еловых древостоев Соловецкого архипелага [Текст] / А.Н. Соболев // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник научных трудов. – Архангельск: АГТУ, 2007. – Вып. 73. – С. 224-227.
145. Соболев, А.Н. Состав и структура напочвенного покрова различных типов леса Соловецкого архипелага [Текст] / А.Н. Соболев // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы III Всероссийской научной конференции. – Пущино, 2008. – С. 205-206.

146. Соболев, А.Н. Сосновые насаждения центральной части Большого Соловецкого острова [Текст] / А.Н. Соболев, Е.Л. Писаревский, И.Е. Черняев, П.А. Феклистов // Экологические проблемы Севера: межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2005. – Вып. 8. – С. 168-170.
147. Соболев, А.Н. Рекреационная нагрузка на Б.Соловецком острове в зоне аттрактивных центров [Текст] / А.Н. Соболев, П.А. Феклистов // Современная наука и образование в решении проблем экономики Европейского Севера: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию АЛТИ-АГТУ. Т. 1. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2004. – С. 47-49.
148. Соболев, А.Н. Изменение видового обилия, встречаемости и показателей разнообразия в ходе рекреационной дигрессии (о. Б. Соловецкий) [Текст] / А.Н. Соболев, П.А. Феклистов // Мониторинг природной среды Соловецкого архипелага: предварительные результаты и дальнейшие перспективы: тезисы докладов научно-практической конференции. – Соловки, 2006. – С. 36-37.
149. Соболев, А.Н. Изменение показателей разнообразия и видового обилия напочвенного покрова в зависимости от удаления от берега моря [Текст] / А.Н. Соболев, П.А. Феклистов, С.Ю. Бирюков // Экологические проблемы Севера: межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2008. – Вып.11. – С. 77-78.
150. Соболев, А.Н. Показатели разнообразия напочвенного покрова в различных типах леса Соловецкого архипелага [Текст] / А.Н. Соболев, П.А. Феклистов // Северные территории России: проблемы и перспективы развития. Материалы всероссийской конференции с международным участием. – Архангельск: ИЭПС, 2008. - С. 1230-1232. - № ГР 0320800990.

151. Соколов, Н.Н. Полувековой опыт изучения динамики сосняков черничных Европейского Севера [Текст] / Н.Н. Соколов, А.А. Бахтин. – Архангельск, 2001. – 68 с.
152. Соловьев, В.М. Эколого-биологическое обоснование методов изучения и формирования древостоев лесных экосистем [Текст]: автореферат дисс. ... доктора биологических наук / В.М. Соловьев. – СПб, 2006. – С. 14-18.
153. Сошина, А.А. Паломники и паломничество в Соловецкий монастырь в XVI – начале XX в. [Текст]: научная справка / А.А. Сошина. – Соловки, 1991. – 12 с.
154. Спиридонов, В.Н. Устойчивость естественных насаждений в условиях высокой антропогенной нагрузки [Текст]: дис. ... канд биол. наук / В.Н. Спиридонов. – Свердловск, 1974. – 223 с.
155. Спиридонов, В.Н. Влияние уплотнения почвы на прирост деревьев в лесопарках Новосибирского научного центра [Текст] / В.Н. Спиридонов // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. – 1975. – № 10, вып. 2. – С. 3-8.
156. Спиридонов, В.Н. Изменение плотности почвы в лесу под влиянием рекреационной нагрузки [Текст] / В.Н. Спиридонов // Лесное хозяйство. – 1983. – № 6. – С. 16-17.
157. Сукачев, В.Н. Избранные труды [Текст]. В 3 т. Т.3. Проблемы фитоценологии / В.Н. Сукачев. – Л.: Наука, 1975. – 543 с.
158. Сукачев, В.Н. Программа и методика биогеоценологических исследований [Текст] / В.Н. Сукачев, Н.В. Дылис. – М: Наука, 1966. – 332 с.
159. Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса [Текст] / В.Н. Сукачев, С.В. Зонн. – М.: АН СССР, 1961. – 144 с.
160. Тальман, П.Н. Методы лесознтомологических исследований [Текст] / П.Н. Тальман, Д.А. Катаев. – Л.: ВЗЛТИ, 1964. – 120 с.

161. Таран, И.В. Особенности роста корней сосны и березы на искусственно уплотненной почве в лесопарках Новосибирского научного центра [Текст] / И.В. Таран, В.Н. Спиридонов, В.Т. Бакулин // Растительные богатства Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 113-122.
162. Таран, И.В. Устойчивость рекреационных лесов [Текст] / И.В. Таран, В.Н. Спиридонов. – Новосибирск: Наука, 1977. – 179 с.
163. Таран, И.В. Рекреационные леса Западной Сибири [Текст] / И.В. Таран. – Новосибирск: Наука, 1985. – 230 с.
164. Телицына, Т.В. Климатические условия и лесная растительность Соловков [Текст] / Т.В. Телицына // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник научных трудов. – Архангельск: АГТУ, 2002. – Вып. 8. – С. 161-167.
165. Тихонов, А.С. Классическое лесоводство в рекреационных лесах [Текст]: Лекция / А.С. Тихонов. – Л.: ЛТА, 1983. – 44 с.
166. Трубин, Д.В. Рост и естественное возобновление кедра на Соловецком острове [Текст] / Д.В. Трубин, Л.Ф. Ипатов // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л.: ЛТА, 1981. – Вып. 10. – С. 58-64.
167. Трубин, Д.В. Рост лиственницы на Соловецких островах [Текст] / Д.В. Трубин, Л.Ф. Ипатов // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л.: ЛТА, 1983. – Вып. 12. – С. 23-26.
168. Тюрин, А.В. Основы вариационной статистики в применении к лесоводству [Текст] / А.М. Тюрин. – М.,Л.: Гослесбумиздат, 1964. – 103 с.
169. Указ Президента Российской Федерации № 1219 от 6 декабря 1995 года «О включении отдельных объектов в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации».

170. Уранов, А.А. О методике Друде [Текст] / А.А. Уранов // Бюлл. Московского общества испытателей природы, отд. биол. – 1935. – т. 44, вып. 1-2. – С. 18-28.
171. Урушадзе, Т.Ф. Влияние рекреационных нагрузок на леса зеленой зоны Тбилиси и Рустави [Текст] / Т.Ф. Урушадзе, Л.Б. Махатадзе, В.Г. Берошвили, И.Г. Хараишвили, Д.Г. Гигаури // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 103-111.
172. Федоров, П.Ф. Соловки [Текст] / П.Ф. Федоров. – Кронштадт, 1889. – с. 139.
173. Федулов, В.А. Кедр на Соловецком острове [Текст] / В.А. Федулов // Из работ по прикл. ботанике. Материалы СОК. – Соловки, 1927. – вып. 8. – С. 7-13.
174. Феклистов, П.А. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне Европейской тайги [Текст] / П.А. Феклистов, В.Н. Евдокимов, В.М. Барзут. – Архангельск: АГТУ, 1997. – 140 с.
175. Феклистов, П.А. Оценка состояния лесных экосистем Соловецкого архипелага [Текст] / П.А. Феклистов, А.Н. Соболев // Мониторинг природной среды Соловецкого архипелага: предварительные результаты и дальнейшие перспективы: тезисы докладов научно-практической конференции. – Соловки, 2006. – С. 46-47.
176. Феклистов, П.А. Рост деревьев в дендропитомнике «Варварка» на острове Большой Соловецкий [Текст] / П.А. Феклистов, А.Н. Соболев // Вестн. Поморского ун-та. Серия естеств. и точн. науки. – 2007. – № 2 (12). – С. 91-95.
177. Феклистов, П.А. О возможности применения таблиц хода роста древесных пород на Соловецких островах [Текст] / П.А. Феклистов, А.Н. Соболев // ИВУЗ Лесной журнал. – 2008. - №4. – С. 152-154.

178. Фокина, Т.Л. Ботанический сад Соловецкого музея- заповедника [Текст] / Т.Л. Фокина // Совет ботанических садов России, Информационный бюллетень. – 1997. – Вып. 5. – С.6-10.
179. Хильми, Г.Ф. Теоретическая биогеофизика леса [Текст] / Г.Ф. Хильми. – М.: Издательство АН СССР, 1957. – 206 с.
180. Цареградская, С.Ю. Лесоводственные мероприятия в пригородных лесах Подмосковья. Повышение продуктивности лесоводственными приемами [Текст] / С.Ю. Цареградская // Сб. науч. тр. ВНИИЛМ. – 1977. – С. 112-126.
181. Цвелев, Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) [Текст] / Н.Н. Цвелев. – СПб: Издательство СПХФА, 2000. – 781 с.
182. Цветков, В.Ф. Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них [Текст] / В.Ф. Цветков. – Архангельск, 2002. – С. 232-237.
183. Шабунина, Л.Н. Определение возможной рекреационной нагрузки на Соловецком архипелаге с учетом Современного состояния природных ландшафтов [Текст] / Л.Н. Шабунина // Вестн. Поморского ун-та. Серия естеств. и точн. науки. – 2003. – № 1(3). – С. 37-41.
184. Шаврина, Е.В. Влияние рекреационного использования лесных фитоценозов на состояние ценопопуляций брусники [Текст] / Е.В. Шаврина // Экологические проблемы Севера. – Архангельск: СОЛТИ, 2001. – С.197-201.
185. Шаврина, Е.В. Влияние рекреационного использования лесных фитоценозов на ценопопуляции *Vaccinium myrtillus* L. [Текст] / Е.В. Шаврина, С.А. Максименко // Эколого-географические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера. Тез. Докл. Всесоюзной научной конференции, посвящённой 280-летию со дня рождения М.В. Ломоносова. – Архангельск, 1991. – С.291-292.

186. Шварцман, Ю.Г. Механизмы формирования экстразональных биоценозов Соловецкого архипелага [Текст] / Ю.Г. Шварцман, И.Н. Болотов // Экология. – 2005. – №5. – С.344-352.
187. Шварцман, Ю.Г. Проблемы геоэкологии Соловецкого архипелага [Текст] / Ю.Г. Шварцман, Г.Н. Болотова, И.Н. Болотов, Д.Ю. Поликин // Вестн. Поморского ун-та. Серия естеств. и точн. науки. – 2002. – №3. – С. 18-29.
188. Щекалев, Р.В. Радиальный прирост и качество древесины сосны обыкновенной в условиях атмосферного загрязнения [Текст] / Р.В. Щекалев, С.Н. Тарханов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 128 с.
189. Эмсис, И.В. Опыт прикладного изучения лесов рекреационного назначения в Латвии [Текст] / И.В. Эмсис // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990. – С. 15-23.
190. Ярославцев, С.В. Строение и продуктивность ельников Крайнего Севера [Текст] / С.В. Ярославцев // Проблемы лесовыращивания на Европейском Севере. – Архангельск, 1999 – С. 93-94.
191. Dotzenko, A.D. Effect of recreational use on soil and moisture conditions in Rocky Mountain National Park / A.D. Dotzenko, N.T. Papamichos, P.S. Romine // J. Soil and Water Conserv. – 1967. – Vol. 22, N 22. – P. 196-197.
192. Fischer, W. Vegetationskundliche Aspekte der Ruderlisation von Waldstandorten im Berliner Gebiet / W. Fischer // Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch. – 1975. – Bd. 15, N 1. – S. 21 -32.
193. Hill, A.R. Ecosystem stability in relation to stresses caused by human activities / A.R. Hill // Canad. Geogr. – 1975. – Vol. 19, N3. – P. 206-220.
194. James, T.D.W. Effects of camping recreation on soil, jack pine and understory vegetation in a Northwestern Ontario park / T.D.W. James, D.W. Smith, E.E. Mackintosh, M.K. Hoffman, P. Monti // Forest Sci. – 1979. – Vol. 25, N2. – P. 333-349.

195. Sweingruber F.H. Jahrringe und Umwelt. Dendroekologie
Birmensdorf, Eidgenossische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und
Landschaft.-1993.-474 s.

Приложения

Таблица 1. Местонахождение пробных площадей 2004-2007 гг.

№ ПП	Год закладки	Местонахождение*
1	2004	озеро Б. Кумужье, квартал 153 выдел 18
2	2004	озеро Плотичье, квартал 126, выдел 24
3	2004	урочище Варварка, квартал 140, выдел 5
4	2004	урочище Варварка, квартал 130, выдел 39
5	2004	озеро Мертвое, квартал 157, выдел 4
6	2004	Ботанический сад, квартал 136, выдел 51
7	2004	озеро Б. Кумужье, квартал 153 выдел 13
8	2004	урочище Варварка, квартал 130, выдел 33
9	2004	озеро Красноармейское, квартал 148, выдел 5
10	2004	губа Долгая, квартал 157, выдел 8
11	2004	озеро Щучье, квартал 127, выдел 4
12	2004	озеро Щучье, квартал 127, выдел 4
13	2004	озеро Песочное, квартал 165, выдела 26, 38
14	2004	озеро Варваринское, квартал 140, выдел 25
15	2004	озеро Варваринское, квартал 139, выдел 31
16	2004	озеро Варваринское, квартал 140, выдел 18
17	2004	озеро Варваринское, квартал 139, выдела 29, 31
18	2005	Филипповские садки, квартал 154, выдел 26
19	2005	Филипповские садки, квартал 154, выдел 27 (0 м от берега)
20	2005	Филипповские садки, квартал 154, выдел 27 (10 м от берега)
21	2005	Филипповские садки, квартал 154, выдел 27 (20 м от берега)
22	2005	Филипповские садки, квартал 154, выдел 27 (50 м от берега)
23	2005	Переговорный камень, квартал 174, выдел 19
24	2005	Переговорный камень, квартал 174, выдел 19
25	2005	о. Б. Заяцкий, квартал 193, выдел 30
26	2005	о. Б. Заяцкий, квартал 193, выдел 19
27	2005	о. Б. Заяцкий, квартал 193, выдела 15, 16

№ ПП	Год закладки	Местонахождение*
28	2005	Исаково, квартал 86, выдел 29
29	2005	Исаково, квартал 86, выдел 29
30	2005	лесные культуры, квартал 75, выдел 16,
31	2005	озеро Н. Перт, квартал 154, выдел 9
32	2005	озеро Зап. Лопское, квартал 174, выдел 21
33	2006	м. Печак, квартал 191, выдел 7
34	2006	озеро Б. Красное, квартал 100, выдел 11
35	2006	м. Белужий, квартал 121, выдела 13, 14
36	2006	питомник Варварка, квартал 140, выдел 15
37	2006	Паламонова губа, квартал 40, выдел 3
38	2006	Питьевой канал, квартал 155, выдел 11
39	2006	озеро Б. Каменное, квартал 164, выдел 15
40	2006	озеро Б. Красное, квартал 87, выдел 12
41	2006	озеро Б. Каменное, квартал 164, выдел 10
42	2006	озеро Торфяное, квартал 164, выдел 16
43	2007	м. Белужий, квартал 121, выдела 5, 18
44	2007	о. Анзер, квартал 212, выдел 32
45	2007	м. Березовый, квартал 178, выдел 30
46	2007	м. Березовый, квартал 176, выдел 20
47	2007	о. Б. Муксалма, квартал 198, выдел 15
48	2007	озеро Н. Перт, квартал 154, выдел 7

* номера кварталов и выделов даны по материалам лесоустройства 2003 г.

Таблица 2. Количество подроста различных категорий состояния (шт/га) на ПП 1-10.

Порода	Категории состояния					Итого
	ББ	БД	СМ	НН	СХ	
ПП 1						
С	3600	1400	600	0	0	5600
Е	2200	0	0	0	0	2200
Б	0	0	0	0	0	0
ОС	6600	400	0	0	0	7000
Всего	12400	1800	600	0	0	14800
ПП 2						
С	1200	400	600	0	1200	3400
Е	1800	0	0	0	0	1800
Б	1600	200	0	0	0	1800
ОС	0	0	0	0	0	0
Всего	4600	600	600	0	1200	7000
ПП 3						
С	3000	1400	200	200	0	4800
Е	2800	1600	200	400	0	5000
Б	1200	200	0	0	0	1400
ОС	0	0	0	0	0	0
Всего	7000	3200	400	600	0	11200
ПП 4						
С	4800	0	400	400	0	5600
Е	600	800	0	0	0	1400
Б	1600	0	0	0	0	1600
ОС	1600	0	0	0	0	1600
Всего	8600	800	400	400	0	10200
ПП 5						
С	800	0	0	0	0	800
Е	800	0	0	0	0	800
Б	3400	0	0	0	200	3600
ОС	4400	0	0	0	400	4800
Всего	9400	0	0	0	600	10000
ПП 6						
С	0	0	0	0	0	0
Е	1600	200	0	0	0	1800
Б	1400	200	0	0	0	1600
ОС	1600	400	400	0	0	2400
Всего	4600	800	400	0	0	5800

Порода	Категории состояния					Итого
	ББ	БД	СМ	НН	СХ	
ПП 7						
С	0	0	0	0	0	0
Е	1400	200	400	0	0	2000
Б	2400	200	0	0	600	3200
ОС	600	200	0	0	200	1000
Всего	4400	600	400	0	800	6200
ПП 8						
С	0	400	0	0	0	400
Е	4000	200	0	0	0	4200
Б	200	0	0	0	200	400
ОС	2200	200	0	0	200	2600
Всего	6400	800	0	0	400	7600
ПП 9						
С	0	0	0	0	0	0
Е	2200	400	600	0	0	3200
Б	2200	0	0	0	0	2200
ОС	1200	0	0	0	0	1200
Всего	5600	400	600	0	0	6600
ПП 10						
С	0	0	0	0	0	0
Е	1800	0	0	0	0	1800
Б	1200	0	0	0	0	1200
ОС	0	0	0	0	200	200
Всего	3000	0	0	0	200	3200

Таблица 3. Характеристика подлеска на ПП 1-10.

№ ПП	№ пробы	Порода	Средняя высота	Характер распространения	Примечание
1	1	-	-	-	-
	2	Рябина	0,50	одиночно	нормальное
	3	Рябина	0,50	группами	нормальное
		Можжевельник	0,70	группами	нормальное
	4	Можжевельник	0,60	группами	нормальное
2	5	-	-	-	-
	1	Рябина	1,50	одиночно	нормальное
	3	-	-	-	-
	4	Рябина	1,70	одиночно	нормальное
	5	Рябина	1,00	одиночно	нормальное
3	1	Можжевельник	1,80	группами	нормальное
	2	Можжевельник	1,45	равномерно	нормальное
	3	Рябина	0,50	одиночно	нормальное
	4	-	-	-	-
	5	Можжевельник	1,30	одиночно	нормальное
4	1	Рябина	0,50	одиночно	нормальное
	2	-	-	-	-
	3	Можжевельник	1,70	группами	усыхающий
		Рябина	0,50	одиночно	нормальное
	4	Рябина	1,50	одиночно	нормальное
5	5	-	-	-	-
	1	Рябина	1,70	группами	нормальное
	2	Рябина	0,60	одиночно	нормальное
	3	-	-	-	-
	4	Рябина	1,90	одиночно	нормальное
6	5	Рябина	1,50	группами	нормальное
		Можжевельник	1,20	одиночно	нормальное
	1	Рябина	0,80	группами	нормальное
	2	-	-	-	-
	3	Рябина	1,00	группами	нормальное
7	4	Рябина	0,90	группами	нормальное
	5	Рябина	0,50	группами	нормальное
	1	Рябина	0,75	группами	-
	2	Рябина	0,70	одиночно	-
	3	Рябина	1,50	одиночно	-
8	4	Рябина	0,50	одиночно	-
	5	Рябина	1,75	одиночно	-
	1	Рябина	1,30	одиночно	нормальное
	2	Рябина	1,70	одиночно	нормальное
	3	-	-	-	-
	4	Рябина	2,30	одиночно	нормальное

№ ПП	№ пробы	Порода	Средняя высота	Характер распространения	Примечание
9	5	Рябина	>2,50	одиночно	нормальное
	1	Можжевельник	0,90	группами	усыхающий
		Рябина	1,75	одиночно	нормальное
		Рябина	0,50	одиночно	нормальное
		Рябина	>2,00	одиночно	нормальное
4	Рябина	1,70	одиночно	нормальное	
10	5	Можжевельник	1,10	группами	пожелтение хвои
		Рябина	1,50	одиночно	нормальное
	1	Можжевельник	1,30	группами	пожелтение хвои
	2	Рябина	2,10	группами	нормальное
	3	Рябина	2,00	одиночно	нормальное
4	-	-	-	-	
5	Рябина	1,70	группами	нормальное	
5	Рябина	0,60	одиночно	нормальное	

Виды	№ пробной площади										
	13	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25
Черника	1,00	3,14	4,00	4,00	3,29	1,33	2,00	5,00	1,40	1,00	0,10
Брусника	2,50	0,86	1,00	0,60	0,79	1,33	1,00	0,50	1,60	1,50	0,70
Лерхенфельдия извилистая		0,86	0,50	1,00	0,79	2,67	1,00	1,00	1,20	1,50	1,20
Золотарник		0,09			0,10	0,03					0,10
Майник двулистный		0,50	0,50	0,24				0,10			
Марьянник		0,23		0,50	0,07	0,67	0,50		0,70	0,63	0,22
Ожика волосистая		0,43		0,32	0,16	0,17		0,10	0,44		0,10
Голокучник трехраздельный		0,36	0,50	0,12	0,07						
Седмичник европейский		0,07			0,07	0,20			0,12		0,40
Линнея северная		0,44		0,30	0,50	0,33			0,70	0,13	
Кислица			0,50								
Щитовник игольчатый					0,07						
Ортилия однобокая					0,14						
Хвощ лесной		0,07			0,07						
Дерен шведский	0,25				0,14	0,67	3,00	3,00		1,38	
Арктоус альпийский											0,20
Щавель						0,33					
Вороника	2,00						2,00		1,00	2,13	2,30
Голубика							0,10		0,30	0,75	
Плаун годичный										0,13	
Вереск обыкновенный									0,02		
Клевер ползучий						1,33					
Белоус торчащий					0,07						
Луговик дернистый		0,07									
Колокольчик											0,10
Толокнянка											0,80
Тысячелистник						0,67					

Виды	№ пробной площади										
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37
Черника	1,17	1,00	2,00		1,50	2,67	2,20	1,00	2,80	2,50	1,63
Брусника	1,00	1,00	0,50		1,00	1,50	1,80	1,50	1,60	1,13	1,75
Лерхенфельдия извилистая	1,33	1,13	1,03	0,20	2,80	1,17	0,40		0,60	0,50	
Золотарник			0,50		0,36	0,25					
Майник двулистный					0,80	0,75	0,10		0,40		0,25
Марьянник	0,33	0,75		0,40	0,22	0,58	0,30	0,15	0,20	0,38	
Ожика волосистая	0,73	0,15		0,40	0,22	0,33	0,10	0,13	0,20	0,50	0,15
Седмичник европейский	0,33	0,03	0,38						0,02	0,25	0,03
Линнея северная	0,33	0,38				0,27	0,10	0,38	0,40	1,38	0,38
Бор развесистый				0,20							
Ортилия однобокая										0,50	
Хвощ лесной				0,30						0,13	
Дерен шведский						0,92	1,80				
Дягиль				0,50							
Арктоус альпийский		0,88						0,50			
Герань лесная			0,15	0,40							
Вороника	1,50	2,25				0,50		2,75		0,25	2,50
Иван-чай					0,26				0,10		
Багульник						0,58					
Голубика	2,00	1,00				0,17					
Плаун годичный				0,20		0,08				0,13	
Вереск обыкновенный					0,80		0,40	0,25			
Осока черная							0,20				
Горошек заборный				0,02							
Вероника дубравная			0,25	0,10							
Крапива				2,20							

Виды	№ пробной площади										
	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Черника	3,00	2,20	2,88	2,40	3,20	3,67	3,33	1,75		3,00	3,00
Брусника	0,40	1,60	2,50	1,90	1,10	1,33	0,67	2,25	0,17	1,00	1,50
Лерхенфельдия извилистая	1,13	0,90	0,75	1,00	0,50	0,33	1,33			1,50	1,00
Золотарник				0,24	0,10		0,03			0,50	
Майник двулистный			0,50	0,72	0,80					0,63	1,25
Марьянник		0,50	0,13	1,40	0,70	0,23	0,17			0,88	0,25
Ожика волосистая	0,13	0,30	0,28	0,12	0,40	0,33	0,17			0,50	0,50
Голокучник трехраздельный							0,17				
Седмичник европейский	0,13	0,02	0,25							0,03	
Линнея северная			0,15	0,10	0,30	0,50	0,17				0,50
Бор развесистый										0,13	
Ортилия однобокая					0,10						
Хвощ лесной							0,17				
Дерен шведский		0,92		0,20			1,33				0,50
Герань лесная										0,13	
Вороника	0,13	1,00	0,38			2,00	0,83	2,00	0,67		1,00
Багульник		0,10	0,25						0,83		0,50
Голубика		0,60					1,67	0,25	1,00	0,13	1,00
Плаун годичный		0,10		0,90			0,50				
Вереск обыкновенный						0,67			2,67		
Морошка							0,17		1,17		
Клюква									1,67		
Росянка									0,33		
Пушица									1,67		
Береза карликовая									1,00		
Пальчатокоренник									0,03		

Таблица 5. Обилие видов мохово-лишайникового яруса на пробных площадях в разных типах леса.

Виды	№ пробной площади									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Dicranum scoparium</i>	0,85	1,70	1,23	1,23	1,45	2,20	1,75	1,58	1,15	1,60
<i>Hylocomium splenedens</i>	1,70	0,43	0,90	0,98	0,93	1,65	0,98	1,68		1,55
<i>Pleurozium schreberi</i>	2,35	1,95	1,58	2,40	1,90	0,25	0,30	0,88	0,35	0,93
<i>Ptilium crista-castrensis</i>		0,05	0,23		0,10	0,05		0,48		0,70
<i>Polytrichum juniperinum</i>		0,23				0,72	0,53	0,05		
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>						1,73	1,83		1,83	0,73
<i>Mnium undulatum</i>						0,35	0,25		0,40	
<i>Polytrichum commune</i>	0,05	0,13	0,21			0,45	0,30		0,05	
<i>Shagnum capillifolium</i>		0,55	0,25				0,10			
<i>Peltigera canina</i>	0,05		0,15		0,08			0,21	0,10	0,15
<i>Cladonia sylvatica</i>	0,15		0,25	0,18	0,15			0,05		
<i>Cladonia rangiferina</i>	0,43		0,38	0,70	0,23			0,05		
<i>Cetraria islandica</i>	0,21		0,21							
<i>Cladonia elongata</i>	0,08		0,08	0,05						
<i>Dicranum polysetum</i>	0,05									
<i>Cladonia coccifera</i>			0,01							
<i>Lophocolea sp.</i>			0,05							
<i>Cladonia sp.</i>	0,05		0,06							

Виды	№ пробной площади									
	11	13	14	15	16	17	22	23	24	25
<i>Dicranum scoparium</i>	2,00	1,75	1,00	2,00	2,00	2,57	2,00	0,50	0,25	
<i>Hylocomium splenedens</i>			1,43		0,50	0,79		3,20	0,13	
<i>Pleurozium schreberi</i>	2,00	2,50	0,07			0,71	0,50	0,70	0,38	0,50
<i>Polytrichum juniperinum</i>						0,57	1,00			0,60
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>			2,14	2,00	0,25	1,29			0,13	
<i>Peltigera canina</i>		0,05								
<i>Cladonia sylvatica</i>										1,40
<i>Cladonia rangiferina</i>		0,50						0,30		1,00
<i>Dicranum polysetum</i>										1,40
<i>Cladonia coccifera</i>										0,30
<i>Cladonia sp.</i>										0,10
<i>Shagnum Girgensohnii</i>							1,00			

Виды	№ пробной площади									
	26	27	28	30	31	32	33	34	35	37
<i>Dicranum scoparium</i>	1,67	0,50	0,25			1,00	0,50	1,50	2,25	1,25
<i>Hylocomium splenedens</i>	0,33	0,25			0,67	0,50		2,20	2,00	0,25
<i>Pleurozium schreberi</i>	1,33	0,75				1,75	3,50	1,40	1,50	3,00
<i>Polytrichum juniperinum</i>		1,00		1,00	0,17					
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>					1,50	0,25			0,50	
<i>Polytricum commune</i>				0,20						
<i>Peltigera canina</i>								0,40	0,13	
<i>Cladonia sylvatica</i>		1,00		0,10			0,50			0,25
<i>Cladonia rangiferina</i>		1,00		0,60			0,75			0,88
<i>Cetraria islandica</i>										
<i>Cladonia elongata</i>		0,13		0,50					0,13	
<i>Dicranum polysetum</i>	0,67	0,75								
<i>Cladonia coccifera</i>				1,02					0,13	
<i>Shagnum Girgensohnii</i>									0,25	

Виды	№ пробной площади										
	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
<i>Dicranum scoparium</i>	2,00	1,00	1,00	2,00	0,40	1,50	1,50	1,00	0,33	1,38	1,25
<i>Hylocomium splenedens</i>	2,13	1,20	0,50	1,00	0,80	2,67	2,67			0,63	
<i>Pleurozium schreberi</i>	0,25		2,25	0,75	0,80	1,83	1,83	3,25		0,50	3,50
<i>Ptilium crista-castrensis</i>		0,40								0,50	
<i>Polytrichum juniperinum</i>	0,25	1,20									
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>						0,33	0,33			1,50	
<i>Polytricum commune</i>	0,25	1,00									
<i>Peltigera canina</i>		0,40		0,50							
<i>Cladonia sylvatica</i>			0,50					1,75			
<i>Cladonia rangiferina</i>		0,40				0,33	0,33	1,00			
<i>Cetraria islandica</i>								0,13			
<i>Cladonia elongata</i>						0,17	0,17	0,38			
<i>Cladonia coccifera</i>		0,20									
<i>Plagiochilla porelloides</i>	0,50										
<i>Cladonia squamosa</i>	0,13										
<i>Shagnum sp.</i>									4,33		

Виды	№ пробной площади									
	14	14	15	16	17	32	32	38	39	42
	3 стадия дигрессии									
Черника	0,57	1,50	0,95	0,22	0,02	0,14	1,80	0,44	0,17	0,05
Брусника	0,06	0,67	0,75	0,83	1,30	0,14	1,40	0,44		0,25
Лерхенфельдия	2,40	1,67	1,11	0,61	0,40	1,57	0,40	1,56		1,20
Золотарник	0,01		0,37	0,06						
Майник	1,16	0,17	0,20							0,40
Марьянник	0,18	0,67	0,36	0,41	0,50	0,16	0,52		0,35	0,61
Ожика	0,40	0,33	0,47	0,01	0,10	0,21	0,20	0,06		0,70
Голокучник	0,26		0,12	0,01						
Седмичник	0,31		0,08			0,14		0,10	0,08	0,10
Линнея	0,36	0,20	0,01	0,06						0,10
Кислица			0,70							
Ортилия однобокая			0,16							
Хвощ лесной	0,10		0,11	0,07	0,10					
Кульбаба осенняя									0,10	
Дерен шведский			0,06			1,50	1,90		0,33	
Осока удлиненная									0,67	
Осока двухтычинковая									0,50	
Герань лесная			0,06			0,16				
Осока шаровидная									0,58	
Ситник sp.									0,75	
Иван-чай		0,17				0,01				
Голубика							0,40			
Осока черная						1,29	0,40			
Мятлик луговой									0,33	
Грушанка круглолистная						0,36				
Луговик дернистый									2,33	
Клевер ползучий						0,43				
Клевер луговой									0,42	0,85
Подмаренник болотный						0,14				
Полевица тонкая						0,43				
Морошка						0,01	0,40			
Вейник пурпурный						0,07				
Тимофеевка луговая						0,01				
Осока бледноватая						0,07				

Виды	№ пробной площади									
	14	14	15	32	39	14	14	14	16	16
	4 стадия дигрессии					5 стадия дигрессии				
Черника	0,40	0,17	0,40	0,19	0,06	0,02	0,38	0,15	0,38	0,08
Брусника	0,92	0,33	0,82	0,14	0,14	0,42	0,18	0,13	0,25	0,18
Лерхенфельдия	0,50		0,20	0,88		0,20				
Золотарник					0,25					
Майник				0,01			0,13			
Марьянник	0,10		0,20	0,01	0,15	0,02	0,50			
Ожика	0,02		0,24	0,08	0,13			0,25	0,30	0,02
Седмичник					0,08					
Линнея			0,10				0,03			
Кислица			0,20							
Бор развесистый								0,25		
Ортилия однобокая			0,22							
Хвощ лесной								0,15		
Кульбаба осенняя					0,13					
Дерен шведский	0,10			0,14						
Осока двухтычинковая					0,67					
Осока шаровидная					0,75					
Вороника				0,13						
Иван-чай			0,12							
Луговик дернистый					2,38					
Клевер ползучий				0,38	0,44			1,25		
Кизляк кистецветный					0,06					

Виды										
	16	14	17	17	17	31	31	32	32	32
	5 стадия дигрессии									
Черника	0,03		0,02			0,10			0,20	
Брусника	0,05	0,40	0,10	0,33	0,24	0,05	0,01		0,19	
Лерхенфельдия			0,04					0,22	0,38	
Марьянник	0,03	0,10			0,10					
Ожика	0,13	0,20		0,33	0,20			0,01		
Линнея		0,10								
Бор развесистый						0,15				
Ортилия однобокая			0,10							0,06
Хвощ лесной	0,13									
Дерен шведский						0,03	0,13		0,19	
Герань лесная						0,03				
Осока черная						0,41	1,13	2,56	3,00	3,00
Белоус торчащий			0,60							
Клевер ползучий	0,13					0,30	0,50	0,22		
Клевер луговой				0,33						
Полевица тонкая								0,44		
Морошка									0,03	
Овсяница овечья						1,55	1,63			
Ястребинка волосистая						0,09				
Подорожник средний						0,10				
Тысячелистник						0,05				
Сабельник болотный							0,04			
Манжетка обыкновенная								0,11		

Виды	№ пп		
	38	39	42
	5 стадия дигрессии		
Черника		0,26	0,06
Брусника	0,06	0,01	0,53
Лерхенфельдия	1,00	0,37	0,31
Майник		0,05	0,13
Марьянник		0,11	
Ожика	0,17		
Седмичник	0,01		
Дерен шведский		0,05	
Вороника		0,01	
Луговик дернистый	0,22		

Таблица 7. Обилие видов в мохово-лишайниковом ярусе на разных стадиях дигрессии в ельниках черничниках.

Виды	№ пробной площади									
	14	14	14	14	15	16	16	16	16	14
	1 стадия дигрессии									
<i>Dicranum scoparium</i>		3,00	1,00	1,00	2,00		2,00	2,00	2,00	0,67
<i>Hylocomium splenedens</i>		2,00	1,00	2,00			2,00	0,50	2,00	1,67
<i>Pleurozium schreberi</i>		0,50								
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	2,00	1,00	4,00	2,00	2,00	3,00	2,00	0,25	3,00	2,00

Виды	№ пробной площади							
	17	17	17	38	39	42	31	32
	1 стадия дигрессии							
<i>Dicranum scoparium</i>		3,67	2,33	2,00	1,00	0,40		0,67
<i>Hylocomium splenedens</i>		0,67	1,17	2,13	1,20	0,80	1,33	0,33
<i>Pleurozium schreberi</i>		1,33	0,33	0,25		0,80		1,17
<i>Ptilium crista-castrensysis</i>					0,40			
<i>Polytrichum juniperinum</i>	4,00			0,25	1,20		0,33	
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>		0,67	2,33				3,00	0,17
<i>Polytricum commune</i>				0,25	1,00			
<i>Peltigera canina</i>					0,40			
<i>Cladonia rangiferina</i>					0,40			
<i>Cladonia coccifera</i>					0,20			
<i>Cladonia squamosa</i>				0,13				
<i>Plagiochila porelloides</i>				0,50				

Виды	№ пробной площади									
	14	14	15	16	17	32	32	38	39	42
	3 стадия дигрессии									
Dicranum scoparium	1,50	1,67	0,40	0,72	1,00			2,19	0,17	0,50
Hylocomium splenedens	0,10	0,83						0,51		
Pleurozium schreberi		0,67				0,29		1,19		
Polytrichum juniperinum		0,17		0,22			0,15	0,13	1,00	
Rhytidiadelphus triquetrus	1,35	0,67	1,25	0,44		0,29				0,25
Polytricum commune							0,33	1,56		
Shagnum squarrosum										0,83
Peltigera canina		0,03								
Cladonia sylvatica								0,19		
Cladonia rangiferina								0,19		
Cladonia elongata								0,19		
Cladonia coccifera								0,06		0,05
Aulacomnium palustre									1,17	

	№ пробной площади									
	14	14	15	32	39	14	14	14	16	16
	4 стадия дигрессии					5 стадия дигрессии				
Dicranum scoparium	1,90	1,17	2,00	2,00		0,40	1,75	1,63	1,50	0,67
Hylocomium splenedens	0,20						0,13			
Pleurozium schreberi	0,42	0,67						0,75		
Polytrichum juniperinum	0,02				0,13			0,25		
Rhytidiadelphus triquetrus	0,44		0,80			0,02	0,03			
Shagnum squarrosum					0,13					
Peltigera canina		1,53		0,13				0,50		
Cladonia sylvatica		0,33						0,13		
Cetraria islandica				0,19						
Cladonia elongata		0,17								
Dicranum polysetum		0,17								
Cladonia coccifera		0,17		1,25						

Виды	№ пробной площади									
	16	14	17	17	17	31	31	32	32	32
	5 стадия дигрессии									
Dicranum scoparium	0,75	1,60	0,30	0,67	0,50			0,38	0,38	0,06
Pleurozium schreberi						0,10				
Polytrichum juniperinum			0,70					0,13	0,13	
Rhytidiadelphus triquetrus					0,20					
Shagnum squarrosum						0,03	0,67	0,75	0,75	0,25
Cetraria islandica					0,10					
Dicranum polysetum	0,13									
Plagiochila porelloides						0,20	0,50			

	№ пп		
	38	39	42
	5 стадия дигрессии		
Dicranum scoparium	0,44	0,95	
Hylocomium splenedens	0,22		
Pleurozium schreberi	0,67		
Polytrichum commune	0,17		
Peltigera canina	0,06		
Cladonia rangiferina		0,05	
Cladonia coccifera		0,10	

Таблица 8. Обилие видов на разных стадиях дигрессии в сосняках зеленомошниках.

Виды	№ пп											
	11	13	40	48	48	12	11	12	13	40	48	48
	1 стад.дигр					3 ст	5 стад.дигр					
Травяно-кустарничковый ярус												
Черника	0,50	1,00	2,90	3,00	3,00	0,50	0,01		0,01		0,10	0,20
Брусника	4,00	2,50	2,50		3,00	0,50	0,10	0,20			0,30	0,10
Лерхенфельдия			0,80	1,00	1,00				0,20		0,30	0,10
Майник			0,50	0,50	2,00					0,10		
Марьянник	0,50		0,10	0,50		0,10						
Ожика	0,10		0,30		1,00	0,01					0,10	
Седмичник			0,30							0,10		
Линнея			0,30		1,00	0,01						
Дерен шведский		0,30		1,00								
Вороника	1,00	2,00	0,40	1,00	1,00	0,70				0,01	0,10	
Багульник			0,30	1,00								
Голубика				2,00								
Вереск обыкновенный											0,01	0,10
Клевер ползучий											0,10	0,10
Мохово-лишайниковый ярус												
Dicranum scoparium	2,00	1,80	1,00	2,00	0,50	2,20	0,80	0,40	0,20	0,10	0,60	1,70
Hylocomium splenedens			0,50			0,01						
Pleurozium schreberi	2,00	2,50	2,30	3,00	4,00							0,10
Polytrichum juniperinum						0,10						
Peltigera canina		0,10										
Cladonia sylvatica			0,50			0,10						0,10
Cladonia rangiferina		0,50				0,30						
Cetraria islandica						0,20		0,30				
Dicranum polysetum						0,80		1,40				