



**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**  
**по организации и ведению**  
**лесного мониторинга на особо охраняемых**  
**природных территориях Северо-Запада России**  
(на примере НП «Водлозерский»)

Карельский научный центр  
Российской академии наук  
Институт леса  
Национальный парк «Водлозерский»

**Методическое пособие  
по организации и ведению  
лесного мониторинга на особо охраняемых  
природных территориях Северо-Запада России  
(на примере НП «Водлозерский»)**

Петрозаводск  
2010

УДК 630\*182.59.0018(1-751.2)(470.2)  
ББК 43.4(231)  
М 54

ISBN 978-5-9274-0411-7

Составители: В. А. Ананьев, к. с.-х. н., Б. В. Раевский, к. с.-х. н.

УДК 630\*182.59.0018(1-751.2)(470.2)  
ББК 43.4(231)

ISBN 978-5-9274-0411-7



© Институт леса КарНЦ РАН, 2010  
© Национальный парк «Водлозерский», 2010  
© Карельский научный центр РАН, 2010

## Введение в проблему

Информация о состоянии окружающей природной среды и об изменениях этого состояния в том или ином виде собирается и используется человеком уже достаточно давно. В России, например, со второй половины XIX столетия инструментальные метеорологические, а также фенологические и некоторые другие наблюдения ведутся регулярно. К концу XX века в промышленно развитых странах мира в полной мере сформировалась система геофизических служб (гидрометеорологическая, сейсмическая, гелиофизическая и др.), стремящихся в своей деятельности отражать, анализировать и прогнозировать как кратковременные, так и длительные естественные изменения состояния окружающей человека природной среды.

Во второй половине XX века в связи с началом научно-технической революции в ряде стран Европы и Северной Америки резко возросло воздействие человека на окружающую среду и стало очевидным, что бесконтрольная эксплуатация природы может привести к весьма серьезным негативным последствиям. В связи с этим возникла еще большая необходимость во всестороннем анализе состояния биосферы. Мировым сообществом было осознано, что данное состояние на глобальном и региональном уровнях может изменяться под влиянием как естественных, так и антропогенных воздействий, между которыми есть существенное различие. Основные параметры биосферы, непрерывно колеблющиеся под влиянием естественных причин, как правило, возвращаются в свое исходное состояние, полагаемое нами как «первоначальное». Крупные равновесные геосистемы в результате протекания тех или иных природных процессов меняются чрезвычайно медленно. Эти постепенные эволюционные изменения происходят только за промежутки времени, измеряемые историческими эпохами.

В отличие от трансформаций, вызываемых естественными причинами, изменения биосферы под влиянием антропогенных факторов могут происходить весьма быстро. Так, перемены,

происшедшие по этим причинам в некоторых элементах биосферы за последние несколько десятков лет, сравнимы с некоторыми естественными изменениями, происходящими за тысячи и даже миллионы лет. Для того чтобы выделить долю влияния антропогенного фактора на общий ход наблюдаемых процессов возникла необходимость в организации специальных наблюдений за изменением состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности. Систему повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой было предложено называть мониторингом (Munn, 1973).

Сам термин «мониторинг» вошел в употребление в начале 70-х г. XX века, по-видимому, в противовес (или в дополнение) термину «контроль», в трактовку которого включалось не только наблюдение и получение информации, но и элементы активных действий, т. е. элементы управления. Таким образом, мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, не включающая управление качеством окружающей среды. Однако Ю. А. Израэль (1974) полагал определение предложенного термина «мониторинг» излишне общим, которое следовало бы существенно конкретизировать в плане того, что «...Мониторингом правильнее называть систему наблюдений, позволяющую выделить изменения состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности». И такую систему (Израэль, 1974) было предложено называть «...мониторингом антропогенных изменений окружающей природной среды». Таким образом, мониторинг является многоцелевой информационной системой. Его основные задачи: наблюдение за состоянием биосферы, оценка и прогноз ее состояния; определение степени антропогенного воздействия на окружающую среду, выявление факторов и источников такого воздействия, а также степени их воздействия.

Для обеспечения функционирования системы мониторинга состояния окружающей природной среды, позволяющей выделить изменения, вызванные антропогенными причинами, необходима детальная информация о естественных колебаниях состояния среды. Для этого важно знать первоначальное состояние среды, т. е.

ее состояние до существенного вмешательства человека. Эта сложная задача решается различными методами. Первоначальное состояние можно частично восстановить по результатам наблюдений, ведущихся длительное время, а также по данным анализа состава донных отложений, ледниковых слоев, древесных колец, относящихся к периоду, предшествующему началу заметного влияния человека на окружающую среду. Иными словами, при изучении антропогенного влияния на биосферу следует определить глобальное фоновое состояние биосферы в настоящее время в местах, удаленных от локальных источников воздействия (загрязнения), и региональное фоновое состояние для каждого региона (эти уровни могут существенно различаться). В 70-х г. XX века было решено создать во всемирном масштабе сеть биосферных заповедников, одной из главных задач которых была бы организация такого фонового глобального мониторинга.

Для России мониторинг лесов на больших территориях представляет собой относительно новое мероприятие, имеющее, тем не менее, большое экологическое, санитарно-гигиеническое, экономическое, природоохранное и лесохозяйственное значение. Необходимость такого мероприятия связана в первую очередь с интенсивными антропогенными воздействиями на лесные экосистемы, важнейшими из которых являются масштабная лесозаготовка, а также региональное и глобальное загрязнение атмосферы. В свете всего сказанного лесной мониторинг понимается нами как система сбора репрезентативных и сопоставимых данных об изменениях, происходящих в лесах под влиянием глобальных биосферных процессов, загрязнения атмосферы и других неблагоприятных факторов, с целью оценки их состояния, выявления основных причин повреждений, разработки прогнозов и мероприятий по повышению устойчивости лесных экосистем.

В России мониторинг состояния лесов в необходимых масштабах находится еще в стадии организации. По имеющимся данным (Алексеев, 1997) повреждение лесов в России носит очаговый характер и приурочено к крупным источникам загрязнения атмосферы, таким как горно-металлургические комбинаты в г. Норильске (Красноярский край), г. Мончегорске и п. Никель (Мурманская обл.). В Карелии также существуют достаточно крупные источники

атмосферного загрязнения, такие как Костомукшский горно-обогатительный комбинат, Кондопожский и Сегежский целлюлозно-бумажные комбинаты и некоторые другие. Тем не менее, лесные площади России столь велики, что по отношению к общей лесопокрытой площади площадь поврежденных промышленным атмосферным загрязнением лесов является небольшой. Собственно это означает, что наряду с сотнями и тысячами гектар деградирующих насаждений в районах крупных промышленных центров, в России существуют сотни тысяч и даже миллионы гектар таежных лесов, избежавших промышленного освоения и существенного загрязнения. Данный «золотой фонд» биосферы имеет мировое значение и в этом смысле является общечеловеческим достоянием. Сохраняя часть этих лесных экосистем в неприкосновенности в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ), следует стремиться получить от них всестороннюю информационную отдачу. И такая ценная научная информация по уровням биоразнообразия и естественной динамики в разрезе отдельных биогеоценозов и целых лесных массивов может быть получена путем организации долговременного мониторинга малонарушенных лесных сообществ.

Теоретически обосновывая уровень биологической организации, на котором следует основывать систему мониторинга лесов, А. С. Алексеев (1997) отмечает, что обладая высоким видовым разнообразием и сложным строением, лесные экосистемы дают большой набор популяций-индикаторов на различные виды антропогенной нагрузки и различной чувствительности, что в принципе позволяет глубоко и всесторонне оценить по их реакции состояние окружающей среды. Оптимальной представляется организация мониторинга на уровне лесного биогеоценоза. В его структуре наиболее подходящим объектом мониторинга является фитоценоз, а в его составе популяция – эдификатор. Особенно это справедливо в отношении таежных лесов, где эдификаторная функция основных лесообразующих пород выражена наиболее сильно.

Таким образом, мониторинг малонарушенных лесных сообществ следует рассматривать по масштабу – глобальным и региональным (фоновым); по методам наблюдений – биологическим; по

системности организации – экологическим. Естественно, что методика проведения такого лесного мониторинга будет существенно отличаться от методик, практикуемых при организации мониторинга лесов на импактном (локальном) уровне и вообще лесов, подвергшихся существенному воздействию человека.

В настоящем пособии рассматривается опыт организации такого рода мониторинга на территории НП «Водлозерский».

## **1. Стационарные методы наблюдений в лесных экосистемах как основа организации лесного мониторинга в НП «Водлозерский»**

На территориях многих заповедников, национальных парков и т. д. ведется мониторинг, главным образом, численности редких и исчезающих видов животных и растений. По существу это многолетние наблюдения с целью дать эколого-генетическую характеристику состояния популяций тех или иных видов. Однако принципиальным моментом здесь является то, что виды живут популяциями, которые в свою очередь входят частично или полностью в состав биоценозов и их закономерных сочетаний – урочищ и т. д. Следовательно, общее биологическое разнообразие, а также вероятность многих природных явлений в значительной мере определяется типами биоценозов, формирующими облик данной охраняемой лесной территории.

Таежный ландшафт в целом представляет собой сложный комплекс лесных и нелесных экосистем разных типов. Тем не менее, сбор информации о состоянии и процессах, протекающих собственно в лесных экосистемах, а именно в коренных хвойных насаждениях всегда будет иметь определяющее значение для характеристики таежной биоты. Учитывая, что территория НП «Водлозерский» в европейской части России является уникальной по площади сохранившихся коренных лесов, научно-фундаментальный (фоновый) аспект лесного мониторинга выходит на первый план. Оптимальной представляется его организация на основе системы стандартных, постоянных пробных площадей, закладываемых с учетом ландшафтно-географического и лесотипологического подходов (Ананьев и др., 2005). Посредством регулярных наблюдений должны отслеживаться спонтанные динамические процессы в условиях нормально изменяющейся среды, включая влияние глобальных климатических изменений на продуктивность и структуру насаждений. Мониторинг посткатастрофических последствий крупномасштабных нарушений (ветровалы, пожары) организуется отдельно. Постоянных пробных площадей с длительным, регуляр-

ным наблюдением за процессами роста и развития очень мало как в России, так и за рубежом. На этом фоне привлекательно выглядят данные о росте древостоев, получаемые при дендрохронологическом анализе. Коренные ельники со средним возрастом около 200 лет позволяют получить длинный временной ряд данных, характеризующих изменение радиального прироста (с возрастом). Массивы коренных лесов обычно бывают представлены древостоями различных типов возрастных структур, с различными вариантами восстановительной динамики и находящимися на разных ее стадиях. Точные фактические данные могут быть получены только при детальном исследовании на постоянных пробных площадях. Охват сетью постоянных мониторинговых объектов всех основных вариантов позволяет строить прогнозы в отношении целого массива. Многолетние фенологические наблюдения в них позволяют прогнозировать наступление так называемых «семенных лет», что непосредственно влияет на динамику численности многих видов животных.

Таким образом, высоковозрастные климаксовые хвойные древостой и отдельные выдающиеся экземпляры сосны и ели в них сами по себе являются живой летописью природы. Лесной мониторинг может внести существенный информационный вклад в ее пополнение как НП «Водлозерский», так и любой другой охраняемой природной территории, леса которой обладают характерными чертами массива коренных таежных лесов, не подвергавшихся промышленному освоению.

## **2. Общая характеристика лесов НП «Водлозерский»**

Национальный парк «Водлозерский» расположен на юго-восточной окраине Фенноскандии между  $62^{\circ}08'$ – $63^{\circ}36'$  с.ш. и  $36^{\circ}15'$ – $37^{\circ}35'$  в.д. (рис. 1, цв. вклейка). Левая часть рисунка наглядно демонстрирует, что в границах парка находится часть крупного малонарушенного таежного массива, нерасчлененного элементами антропогенной инфраструктуры. Максимальная протяженность парка в меридиональном направлении (С-Ю) составляет 161 км при максимальной ширине (З-В), равной 59 км в архангельской части и 35 км в Карелии. НП «Водлозерский» был

создан в 1991 г. на землях гослесфонда, входивших ранее в состав ряда лесхозов, комплексных леспромхозов и сплавных контор Архангельской области и Карелии. В 1995–1996 гг. силами паркоустроительной экспедиции предприятия «Центрлеспроект» в национальном парке было проведено лесоустройство по I (в Архангельской части по III) разряду с сохранением ранее существовавшей квартальной сети. Было организовано три лесничества: Илекское (237 029 га) и Пудожское (104 056 га) в Архангельской области и Водлозерское лесничество (127 108 га) в Республике Карелия. Общая площадь земель гослесфонда, отведенная под парк, составила 468 193 га, из них 341 085 га (72,9%) в Архангельской области, остальные 127 108 га (27,1%) – в Карелии.

Анализ распределения лесного фонда парка по категориям земель (рис. 2) показывает, что собственно лесные земли занимают 51,1% от общей его площади, при этом практически все они покрыты лесами естественного происхождения. Лесных культур числится всего 867 га. Не покрытая лесом площадь, в том числе не сомкнувшиеся культуры (381 га), составляет 917 га или 0,4% от лесных земель. Нелесные земли занимают почти половину лесфонда парка. В их составе преобладают болота (76,5%) и воды (22,9%). Пашни, сенокосы, пастбища, дороги, просеки и прочие земли занимают совершенно незначительную площадь.

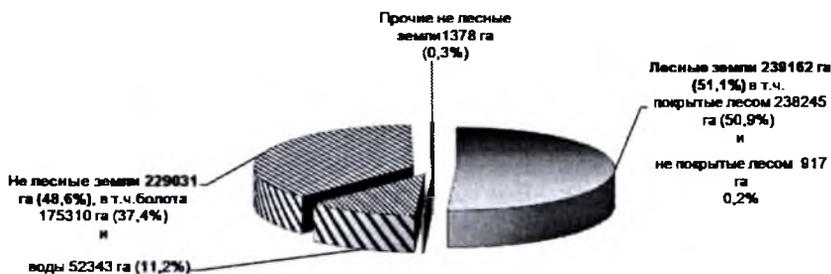


Рис. 2. Распределение гослесфонда НП «Водлозерский» по категориям земель в га и в % от общей площади (468 193 га)

Анализируя общие показатели, можно заключить, что территория парка представляет собой сильно- и среднезаболоченный массив таежных лесов с развитой гидрографической сетью. Леса на

данной территории избежали промышленного освоения, хотя некоторая площадь сплошных вырубок вошла в состав парка. Отсутствие дорог и развитость гидрографической сети позволяет предположить, что хозяйственное использование лесов, если оно имело место, осуществлялось в форме эксплуатации древостоев вблизи рек и озер различными видами выборочных рубок.

Еловая и сосновая формации занимают 96,4% от покрытой лесом площади парка, что вообще характерно для таежной зоны европейской части РФ (рис. 3). В целом по парку преобладают ельники (50,2%), хотя ситуация в карельской и архангельской частях несколько различается. В архангельской части преобладают сосняки – 49,9%, ельников – 47,4%. В Карелии больше ельников – 57,7%, сосняков – 36,4%. Березовые и осиновые древостои, как правило, имеют вторичное происхождение. Они возникли в основном на сплошных вырубках, гарях и ветровалах, бывших пашнях и сенокосах. Доля их незначительна.

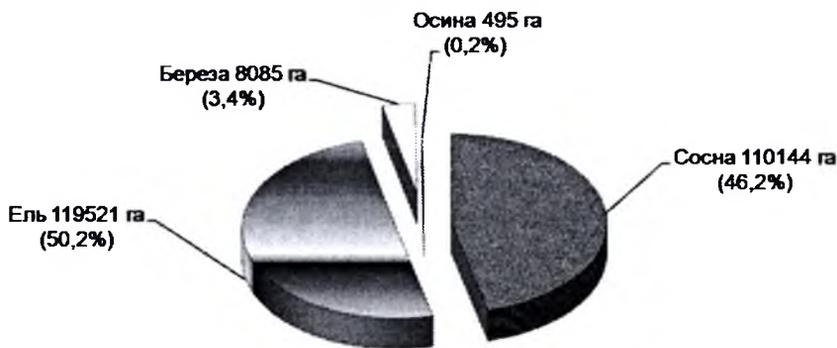


Рис. 3. Распределение покрытой лесом площади НП «Водлозерский» по преобладающим породам в га и в % от общего (238 245 га)

По территории Национального парка «Водлозерский» проходит западная граница ареала лиственницы сибирской. Здесь этот вид чистых насаждений не образует. Лиственница встречается в составе сосняков и ельников черничных вдоль северо-восточного побережья оз. Водлозеро. Общая площадь таких насаждений составляет 3 952 га, в том числе с долевым участием лиственницы в размере

10% по запасу – 1610 га, 20% – всего 116 га. Экземпляры лиственницы, как правило, имеют высокий возраст (160–200 и более лет). Подрост лиственницы в насаждениях практически полностью отсутствует. В дальнейшем, при отсутствии пожаров, неизбежно будет наблюдаться исчезновение лиственницы из состава этих древостоев, высокая полнота которых препятствует естественному возобновлению этого светолюбивого вида. Проблема усугубляется характерной для данной породы низкой всхожестью (около 20%) семян. В годы с дождливой весной и сильными заморозками морфогенез репродуктивных органов существенно нарушается, что приводит к практически нулевой всхожести семян. В связи с этим необходимы изучение состояния лиственницы в составе сосняков и ельников и разработка комплекса научно обоснованных лесоводственных мероприятий, направленных на восстановление сбалансированной структуры популяции лиственницы в НП «Водлозерский», обеспечивающей ее устойчивое существование и развитие.

При планировании и организации лесохозяйственной деятельности в России леса делят на возрастные группы. Их границы зависят от возраста рубки, который в свою очередь определяется целями хозяйства и экологическими условиями. В Карелии возраст главной рубки приурочен к VI классу возраста. Для лесов парка лесоустройством установлен условный возраст рубки в 141 год (VIII кл.). При таком подходе основная часть хвойных лесов парка (рис. 4) относится к категории спелых и перестойных (84,7%). Спелые и перестойные насаждения, как правило, разновозрастные. Возраст подавляющего большинства деревьев находится в пределах от 3 до 350 лет. При этом отдельные экземпляры ели доживают до 430 лет, а сосны – до 450–500 лет. Из рис. 4 следует, что на территории парка преобладают древостои с возрастом основного поколения по запасу 160–200 лет (VIII–X кл.), на долю которых приходится 57,5% от общей площади хвойных лесов. Насаждений XIII кл. возраста выявлено всего 21,1 га.

Экологический спектр лесов парка достаточно широк и представлен 14 типами леса, от бедных сфагновых до самых производительных – кисличных. Для ели (рис. 5) характерно абсолютное преобладание черничного типа (67,2%), к которому при лесоустройстве относят также такие типы ельников, как «разнотравно-

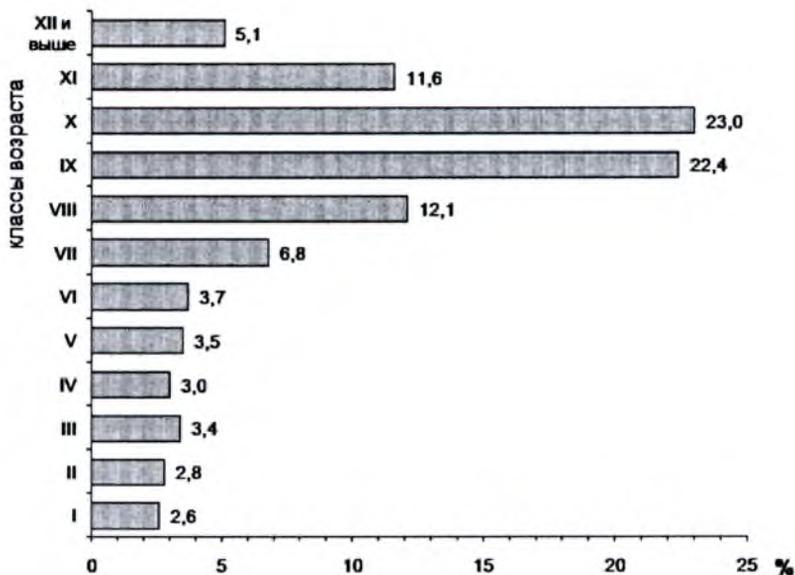


Рис. 4. Распределение площади хвойных лесов НП «Водлозерский» (229 665 га) в % по классам возраста

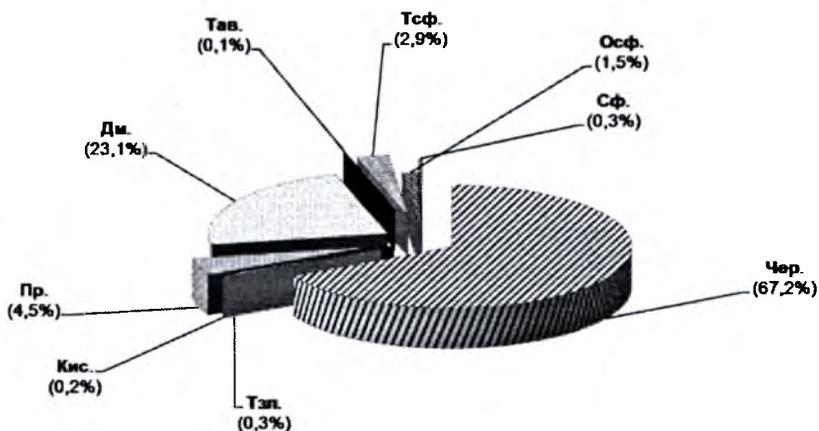


Рис. 5. Распределение площади еловых лесов НП «Водлозерский» по типам леса (119 521 га)

черничный», «черничный свежий» и «черничный влажный». К ельникам-долгомошникам (23,1%) также относят широкий спектр насаждений с разной степенью заболачивания как на минеральных, так и на торфяных почвах. По сравнению с елью, сосна (рис. 6) имеет более широкий типологический спектр, также с преобладанием черничного типа (25,5%). В современных почвенно-климатических условиях при спонтанном развитии лесного покрова ель как климаксовая порода, более требовательная к качеству лесорастительных условий, занимает и удерживает территории с относительно однородными и наиболее благоприятными условиями местопроизрастания. Сосна же, как пионерный и экологически более пластичный вид, доминирует на площадях, менее благоприятных в лесорастительном отношении, отличающихся пестротой типов условий местопроизрастания.

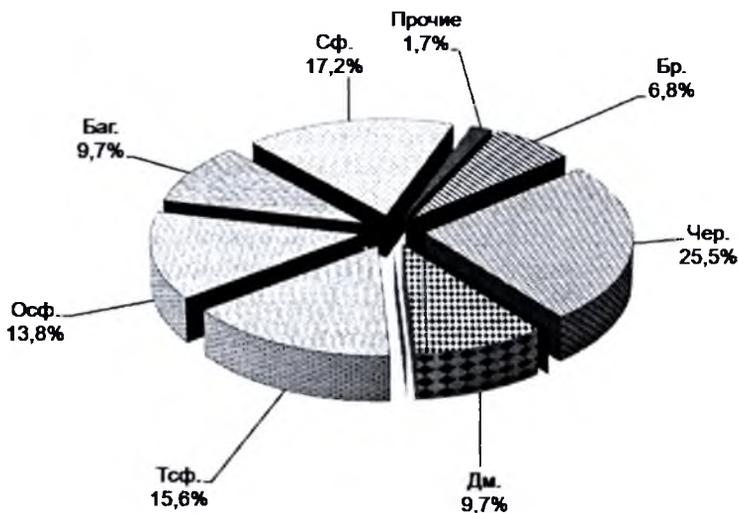


Рис. 6. Распределение площади сосняков НП «Водлозерский» (110 144 га) по типам леса

Значительный удельный вес долгомошной и сфагновой групп типов леса указывает на развитость процесса заболачивания лесов. В условиях равнинного и слабовсхолмленного типов ландшафтов (на супесчаных и суглинистых по механическому составу почвах)

наблюдается выраженная тенденция постепенного замещения сосны елью, формирующей зональный тип климаксовых растительных сообществ на большей части территории парка. Продуктивность сосняков и ельников парка варьирует от II до Va, Vб классов бонитета (рис. 7, 8). Основным класс бонитета сосновых насаждений – V (39,8%). В ельниках доли IV и V бонитетов практически равны, что в сумме составляет 95% площади еловых лесов. Древостои V–Va классов бонитета наиболее характерны для сосняков и ельников сфагновых и долгомошных, III и IV классов – для брусничных и черничных типов леса.

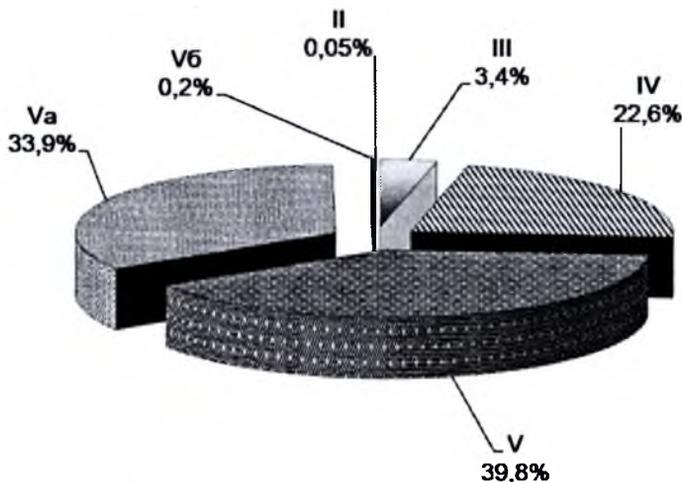


Рис. 7. Распределение площади сосновых лесов НП «Водлозерский» по классам бонитета (110 144 га, сред. бонитет V,0)

Согласно существующим представлениям (Валяев, 1963; Дыренков, 1966, 1967; Волков, 1967; Ананьев, 1981), разновозрастность древостоя является характерной особенностью коренных лесов таежной зоны Европейской части России. Следовательно, среди малонарушенных сосняков и ельников должны преобладать насаждения с высокой степенью разновозрастности, позволяющей массиву в целом существовать в состоянии динамического равновесия процессов прироста и отпада. Как показывают исследования (Дыренков, 1971; Федорчук и др., 1998), массивы коренных лесов обычно бывают представлены древостоями

различных типов возрастных структур, с различными вариантами возрастной динамики и находящимися на разных ее стадиях. Точные фактические данные могут быть получены только при детальном исследовании на постоянных пробных площадях. Охват сетью постоянных мониторинговых объектов всех вариантов возрастных структур позволяет строить прогнозы в отношении целого массива. Материалы лесоустройства имеют ключевое значение для выявления коренных лесов вообще, и некоторых параметров их естественной возрастной структуры, в частности. В табл. 1 приведены результаты анализа таксационных описаний ельников с использованием повыведельной базы данных лесоустройства из геоинформационной системы парка. В качестве методической основы была взята классификация С. А. Дырленкова (Дырленков, 1984). Анализировались насаждения с преобладанием ели начиная с VIII класса возраста. Если в насаждении было выделено два и более поколений ели и при этом ни одно не превышало по составу 4 единиц, то такой древостой считался абсолютно-разновозрастным. При тех же условиях, но с долей одного из поколений 5 единиц и более древостой классифицировался как относительно-разновозрастный. При условии выделения только одного возрастного поколения ели древостой считался условно-одновозрастным. Рассчитывался средний запас по бонитетам и типам возрастных структур.

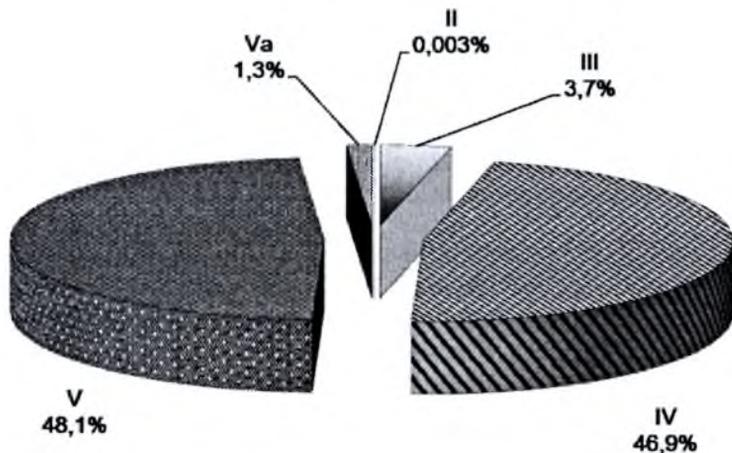


Рис. 8. Распределение еловых лесов НП «Водлозерский» по классам бонитета (119 521 га, средний бонитет IV,4)

Анализ табл. 1 свидетельствует, что на территории парка произрастают ельники различных типов возрастных структур. Преобладают относительно-разновозрастные ельники (43,7%). На 20,7% площади еловых лесов произрастают абсолютно-разновозрастные насаждения. Примерно 1/3 коренных ельников – это условно-одновозрастные древостои, которые сформировались в результате воздействия стихийных сил природы (пожары, ураганные ветры).

Таблица 1

**Площади и запасы ельников НП «Водлозерский»  
по типам возрастных структур, типам леса и классам бонитета**

№ п/п	Тип леса	Класс бонитета	Тип возрастной структуры и средний запас м <sup>3</sup> /га					
			абсолютно-разновозр., га	запас, м <sup>3</sup> /га	относит.-разновозр., га	запас, м <sup>3</sup> /га	условно-одновозра., га	запас, м <sup>3</sup> /га
1	Черничный	III	814,7	251	1051,9	227	1100,9	238
		IV	10645,9	196	20150,5	193	9936,1	205
		V	4120,2	159	9515,8	156	5868,6	159
2	Долгомошный	IV	1262,7	168	1538,4	170	2703,4	182
		V	1776,0	139	7259,7	143	9556,7	140
3	Приручейный	IV	447,9	191	1305,9	188	1055,7	178
		V	68,2	144	705,1	145	1154,7	153
4	Травяно-сфагновый	V	207,2	101	70,9	135	1291,2	125
		Va	19,0	60	33,0	78	250,6	89
5	Осоково-сфагновый	V	379,8	128	154,6	148	964,3	110
		Va	25,0	60	–	–	65,9	87
6	Травяно-злаковый	III	22	250	36,4	248	39,2	280
7	Сфагновый	V	51,4	121	25,0	90	21,9	180
		Va	–	–	–	–	7,0	100
8	Кисличный	III	–	–	42,6	257	12	290
9	Таволговый	V	16,2	160	–	–	34	140
	Всего по парку		19856,2		41889,8		34062,2	
	В % от общ. площади		20,7		43,7		35,6	

Во влажных местообитаниях древостои ели отнюдь не отличаются разновозрастностью, и доля условно-одновозрастного типа здесь достаточно высока. В пределах одного типа леса и класса бонитета запас древостоя практически не зависит от типа возрастной структуры. Преимущества условно-одновозрастных древостоев по

производительности перед другими типами возрастных структур не наблюдается. Сосняки в основном относятся к категории относительно разновозрастных.

Важную роль в непрерывном существовании коренных лесов при естественном их росте и развитии играет подрост. Под пологом разновозрастных еловых насаждений имеется от 1100 до 9000 экз., сосновых – от 1000 до 6000 экз. жизнеспособного подраста на 1 га. В процессе непрерывного вхождения его в различные поколения разновозрастных древостоев обеспечивается сохранение сложившейся возрастной структуры и устойчивое развитие коренных лесов.

Лесной фонд НП «Водлозерский» и собственно лесные земли парка обладают всеми основными характерными чертами массива коренных таежных лесов, не подвергавшихся промышленному освоению. С одной стороны, это леса уникальные по своей сохранности, с другой – типичные равнинные сосняки и ельники среднетаежной подзоны. В основном это высоковозрастные насаждения различных типов возрастных структур, большинство которых может быть отнесено к зеленомошной группе типов леса, с продуктивностью IV–V кл. бонитета. Структурные характеристики данного массива коренных лесов свидетельствуют в пользу его большой ценности как естественноисторического эталона равнинной европейской тайги и, соответственно, как объекта для фонового лесного мониторинга, а также научных исследований при разработке рекомендаций по устойчивому лесопользованию в лесах промышленного значения.

### **3. Методика проведения лесного мониторинга**

#### *3.1. Закладка постоянных пробных площадей*

Мониторинг лесных экосистем может осуществляться различными методами, но применительно к заповедным лесам его основу должны составлять длительные, систематические наблюдения на постоянных объектах, позволяющие получить достоверную информацию о динамике коренных лесов, особенно не затронутых хозяйственной деятельностью, а также оценить роль природных катастрофических или хозяйственных факторов в этой динамике.

Организация сети лесного мониторинга на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) невозможна без опоры на материалы лесоустройства, содержащие самую разнообразную информацию о структуре земель государственного лесного фонда. В связи с этим анализ массовых статистических данных лесной инвентаризации представляет значительный интерес, так как позволяет подобрать модальные, т. е. наиболее распространенные объекты исследований.

По таксационным описаниям и планам лесонасаждений подбираются наиболее типичные участки коренных лесов. После обследования этих участков в натуре устанавливается пригодность их для закладки постоянных пробных площадей. При закладке следует соблюдать принцип единства условий местопроизрастания, типа леса, почвенно-грунтовых условий и водного режима, происхождения и возрастной структуры, однородности состава, полноты древостоя, степени воздействия лесных пожаров. Пробные площади закладываются в соответствии с ОСТ 56-69-83. Размеры пробной площади должны обеспечить представленность не менее 200–250 деревьев основного элемента леса. На каждую пробную площадь составляется абрис, фиксируются географические координаты их месторасположения с привязкой к квартальной сети.

В наиболее представленных типах леса, классах бонитета и типах возрастных структур необходимо заложить не менее 10–15 пробных площадей. Более точное количество пробных площадей определяется по данным коэффициента вариации (изменчивости) запаса древостоев. На каждой пробной площади производится нумерация деревьев с отметкой места замера диаметра на высоте груди.

### *3.2. Методика сбора полевого материала*

Количество деревьев в основной части сформировавшихся разновозрастных древостоев устанавливается путем сплошного перечета на пробных площадях по породам, ступеням толщины, а ели и сосны по возрастным поколениям (рис. 9). Для построения графика высот производится замер высот деревьев с помощью высотомера. Высоты и диаметры замеряются у 3–4 деревьев основного элемента леса в каждой из 5 центральных ступеней

толщины и у 1–2 деревьев в каждой из остальных. По другим породам измерения делаются у 3–4 деревьев из средних и у 1–2 деревьев из других ступеней толщины.

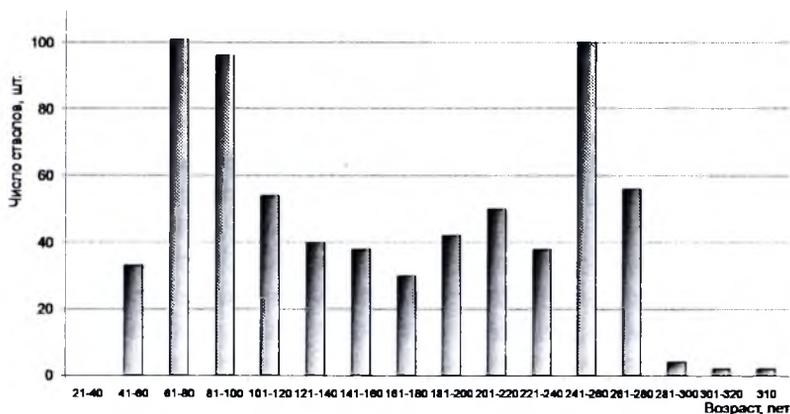


Рис. 9. Распределение числа стволов ели по классам возраста в ельнике черничном (ППП № 2)

Для характеристики одного из важнейших естественных процессов – отпада, определяющего строение и возрастную структуру древостоя, – производится описание внешних морфологических признаков всех деревьев на пробной площади. К ним относятся: рисунок и цвет коры, протяженность и форма кроны, угол прикрепления сучьев, высота первого живого и мертвого сука, покрытие ствола и ветвей мхами и лишайниками. Одновременно учитываются все видимые пороки – морозобойные трещины, плодовые тела грибов, рак, суховершинность и т. д. С точки зрения возникновения стволовых и корневых гнилей наиболее опасны морозобойные трещины, через которые может произойти заражение спорами грибов *Fomes fomentarius* (настоящий трутовик), *Fomitopsis pinicola* (окаймленный трутовик), *Heterobasidium annosum* (корневая губка), *Phellinus chrysoloma* (еловая губка).

Как показали результаты исследований разновозрастных ельников, в пределах класса возраста число деревьев, пораженных гнилью варьирует от 2 до 100%, а по запасу – от 2,6 до 100% начиная с 40-летнего возраста (рис. 10).

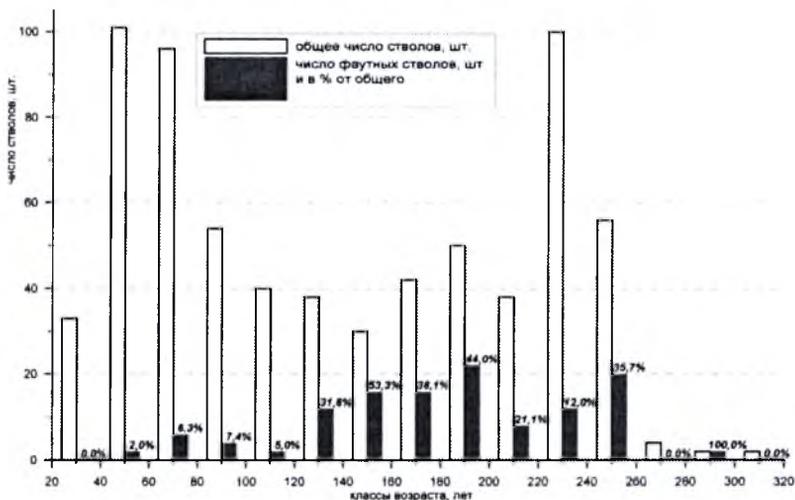


Рис. 10. Распределение числа стволов ели по классам возраста и доля (%) фаутовых деревьев (ППП № 2)

Деревья с явными признаками отмирания, выявленные при описании морфологических признаков, относятся к категории усыхающих. Представленность этой категории характеризует темп отпада в древостое.

Одним из основных факторов, способствующих формированию и развитию разновозрастных древостоев, является естественное возобновление под пологом материнского древостоя. Изучение процессов естественного возобновления в подобных древостоях необходимо для выявления темпов пополнения подростом различных поколений основного элемента леса.

Учет естественного возобновления производится на 2-хметровых лентах (расположенных крестообразно через середину пробной площади) с подразделением по группам высот, а также по состоянию (жизнеспособный, нежизнеспособный). Жизнеспособным следует считать еловый подрост с приростом за последние 5 лет не менее 10 см независимо от его крупности, а сосновый – не менее 15 см при высоте до 1 м, и не менее 25 см при его высоте более 1 м. Протяженность кроны у подростка в группах и куртинах должна составлять не менее половины высоты ствола, а у растущего

одиночно – не менее 2/3 высоты. У соснового подростка под пологом леса основным внешним признаком жизнеспособности является ясная выраженность мутовок последних трех лет, при этом прирост вершинного побега должен быть больше, чем боковых. Это также относится и к крупному подросту ели.

Для определения встречаемости подростка 2-хметровые ленты делятся на однометровые площадки, где отмечается присутствие и отсутствие растений. Площадь учета должна составлять не менее 2% площади пробы. Для каждой группы высот определяется средний возраст подростка по образцам древесины, взятой у шейки корня. Отдельно учитываются всходы (самосев до 3 лет).

При изучении особенностей формирования возрастной структуры насаждений необходимо отслеживать переход подростка в основную часть древостоев. Интенсивность пополнения основной части насаждений определяется отношением количества подростка, достигшего перечетных размеров (диаметра 6,1 см и более) за определенный промежуток времени к общему числу стволов древостоя.

Картирование древостоев производится на 5-метровых лентах с описанием деревьев по состоянию (здоровые, поврежденные, фаузные) с отметкой расположения их в пологе (с открытой и закрытой вершиной). Дается характеристика деревьев ели по типу ветвления, структуре и цвету грубой корки.

На пробных площадях выполняются геоботанические описания напочвенного покрова по общепринятой методике (Программа и методика., 1966). Для этого в пределах каждого выделенного фитоценоза закладываются метровые площадки, где отмечаются для цветковых растений обилие по Друде и проективное покрытие в %, а для мхов – только проективное покрытие. Затем покрытие каждого вида на данной пробной площади выводится как среднее из его покрытий на метровых площадках. Повторные учеты на постоянных пробных площадях проводятся через 5–10 лет. На каждой пробной площадке делается почвенный разрез и берутся образцы почвы из различных горизонтов.

### *3.3. Обработка, анализ и систематизация собранных материалов*

Следующим этапом работы является определение таксационных показателей древостоев (табл. 2). По специальной таблице

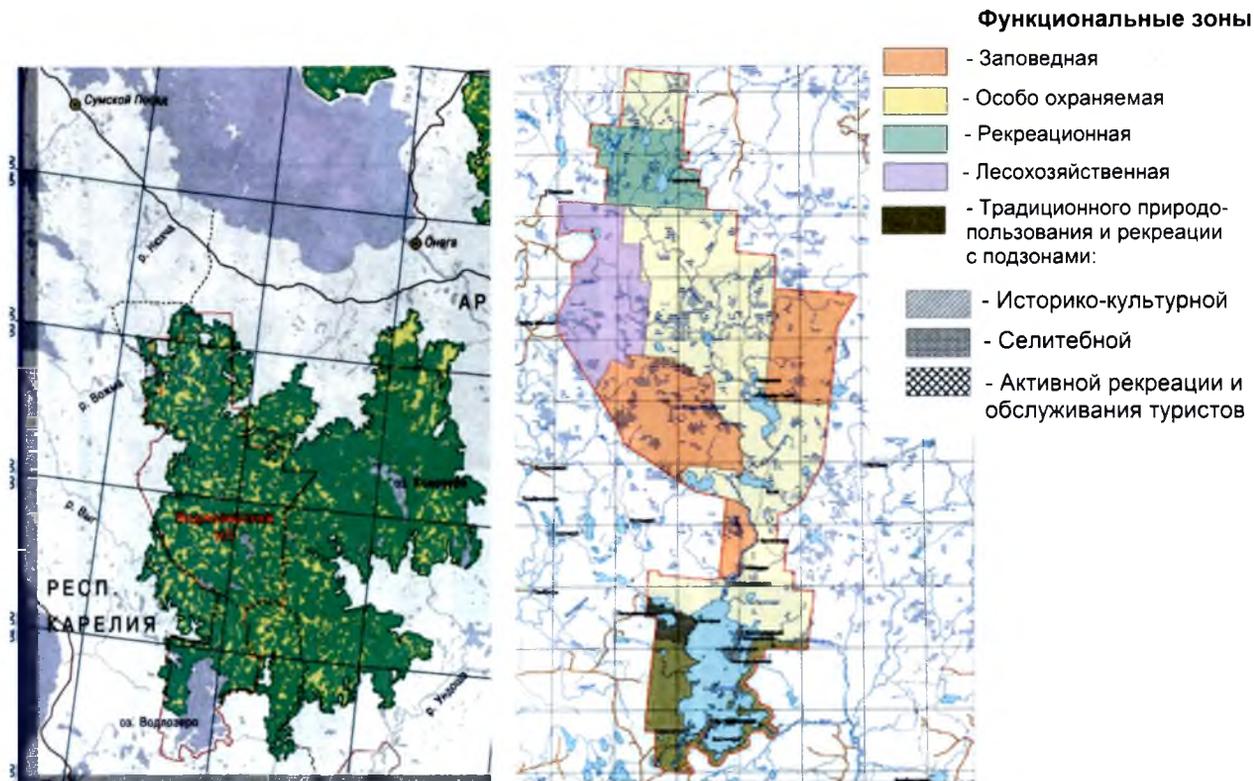


Рис. 1. Карта-схема НП «Водлозерский»

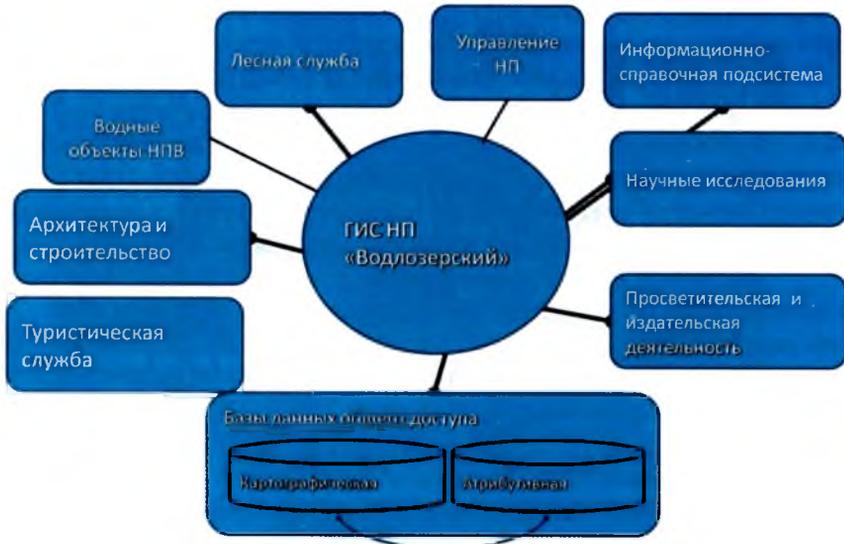


Рис. 11. Структура ГИС НП «Водлозерский»

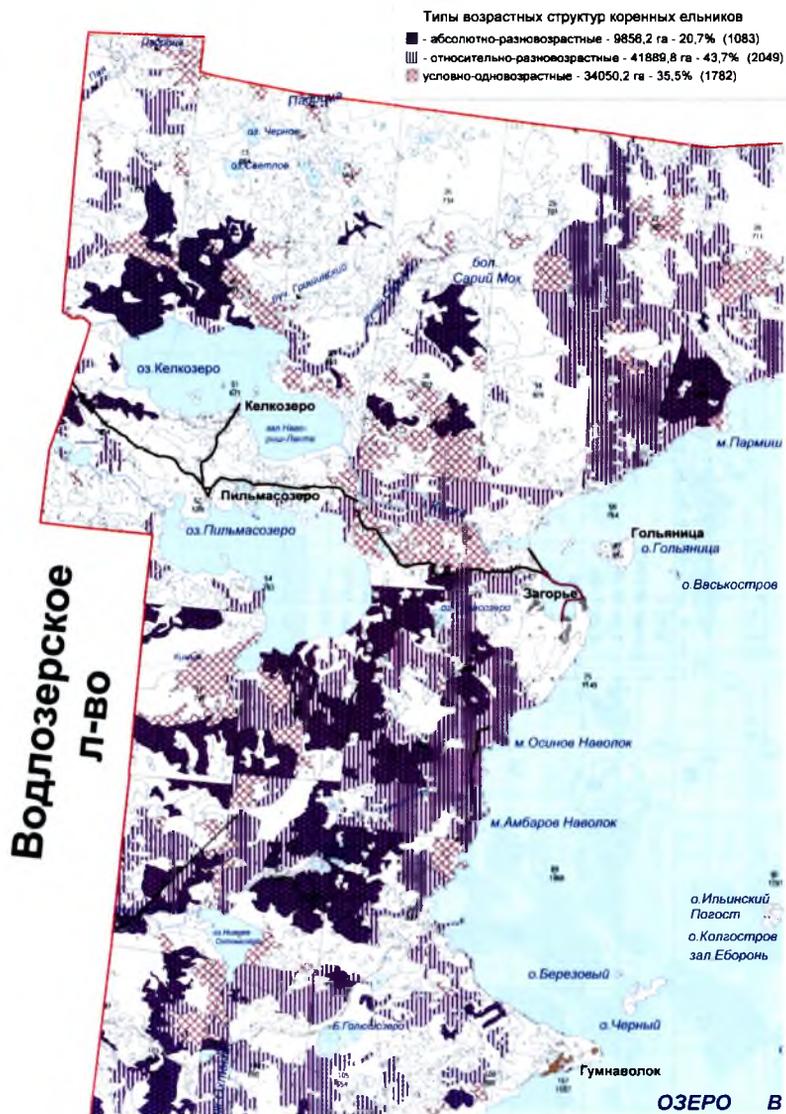


Рис. 12. Фрагмент карты распределения ельников парка по типам возрастных структур

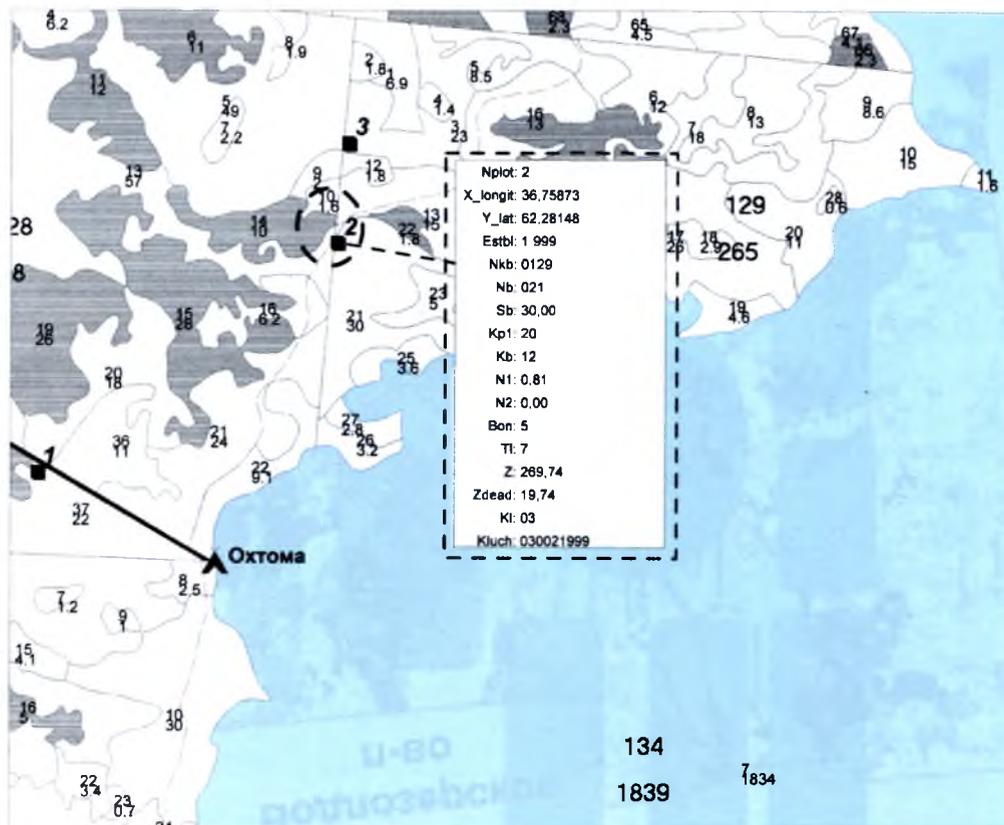


Рис. 16. Таблица Primeval\_CLF10 в качестве слоя тематической карты

Таблица 2

Распределение числа стволов, шт. (числитель), запаса, кубм (знаменатель) по породам, ступеням толщины, состоянию, а ели по естественным поколениям в ельнике черничном

Ступ. толщины, см	Ель, группы возраста, лет				Итого ель растущ.		Ель отпад			Сосна		Береза		Сосна		Всего		
	до 100	101-160	161-220	≥221	шт./кубм	%	су-хост.	бу-рсл.	вст-ров.	рас-тущ.	вст-ров.	рас-тущ.	бу-рсл.	рас-тущ.	вст-ров.	рас-тущ.	от-пал	
8	1,36 2,99	22 0,48	6 0,13		164 3,61	26,5 1,9	2 0,04		6 0,13			6 0,17	-	-	-	170 3,78	6 0,18	
12	74 4,74	32 2,05	8 0,51	4 0,26	118 7,55	19,0 3,4	2 0,13		6 0,38							118 7,55	8 0,51	
16	38 5,28	18 2,50	12 1,67	12 1,67	80 11,12	12,9 5,6		2 0,28								80 11,12	4 0,56	
20	8 2,04	16 4,08	16 4,08	24 6,12	24 16,32	64 8,2		2 0,51				2 0,58				66 16,90	2 0,51	
24	-	4 0,00	24 1,79	22 1,75	50 9,86	8,1 11,3		4 1,79		2 0,92			2 0,88			52 23,32	6 2,67	
28	2 1,26	2 1,26	28 17,64	28 17,64	60 37,80	9,7 17,1		4 2,52		2 1,32		2 1,244				64 40,36	4 2,52	
32		6 5,73	12 11,46	24 22,92	42 40,71	6,8 20,2		2 1,91		2 1,75		2 3,34				48 45,21	2 1,91	
36			2 2,46	20 24,60	22 27,06	3,5 13,9		2 2,46		6 7,38		2 2,24		4 4,32		28 33,62	8 9,84	
40			2 3,10	14 21,70	16 24,80	2,6 12,5		6 9,30		6 8,34						22 33,14	6 9,30	
44			4 7,60	4 7,60	4 7,60	0,6 3,8		2 3,80				2 3,40		2 3,40		6 11,00	4 7,20	
52														2 5,30	2 5,30	2 5,30	2 5,30	
64																		
Чис. ств. шт. запас. кубм	258 16,31	100 17,90	110 51,80	152 112,36	620 198,37	100 100	4 0,17	16 12,76	28 17,98	16 17,98	2 3,40	18 9,65	2 0,88	13,42 13,42	2 5,30	8,12 8,12	658 239,42	54 40,50
Чис. ств. % запас. %	39,2 6,8	15,2 7,5	16,7 21,6	23,1 46,9	-	94 83	Ито- го	от- пад	48 30,92	24 7,5		2,7 4,0	-	0,6 5,6		100 100		
Сумм. пл. ссч., кв. м	2,659	2,122	51,8	100,69						1,624		0,946		1,06				
Пл. ссч. сред. дер. м	0,010	0,021	0,046	0,066						0,102	0,000	0,053	0,000	0,265	0,000			
Ср. Д, см Ср. Н, м	11,3 10,2	16,3 14,5	24,2 19,6	29,0 21,7						36 25,0		23,4 22,0		58,1 27,5				
Сумм. пл. ссч., при пол = 1,0	22,3	27,2	32,6	34,6						36,4		27,5		38,4				
Относ. пол.	0,119	0,078	0,156	0,292	0,65					0,045		0,034		0,028		0,75		

№ 1 справочника таксатора (Третьяков и др., 1965) устанавливаются сумма площадей сечений по каждой ступени толщины, возрастному поколению сосны и ели и примесям других пород. Затем вычисляются площади сечения каждого возрастного поколения и их средние диаметры. Относительная полнота для каждого поколения устанавливается из отношения суммы площадей сечений поколения, перечисленной на 1 га, к сумме площадей сечений нормального (с полнотой 1,0) насаждения, определенных по стандартной таблице № 41 в справочнике таксатора (Третьяков и др., 1965). Общая полнота насаждения определяется суммированием полнот по всем возрастным поколениям ели и примеси лиственных пород. Запас по возрастным поколениям вычисляется по таблицам объемов стволов в соответствии с установленным для каждого из них разряда высот. Общий запас насаждения определяется суммированием запасов по поколениям сосны и ели и примеси лиственных пород. Для установления энергии роста определяется процент текущего прироста по формуле Пресслера (1):

$$P = \frac{200}{n} \frac{(T-t)}{(T-tn-1)} \%, \text{ где} \quad (1)$$

$P$  – процент текущего прироста

$T$  – таксационный показатель

$t$  – таксационный показатель  $n$  лет назад

$n$  – период наблюдений.

По материалам повторной таксации определяется динамика основных таксационных показателей и анализируется ход роста древостоев за определенный промежуток времени (5–10 лет). Исследование динамики таксационных показателей позволяет судить о состоянии древостоев, их устойчивости, и по данным хода роста можно дать прогноз развития древостоев не только на постоянных пробных площадях, но и в целом по лесному массиву. Изучение отпада в основной части древостоя в тесной взаимосвязи с процессами пополнения позволяют выявить механизм сохранения сложившейся возрастной структуры и устойчивости разновозрастных насаждений.

В процессе проведения мониторинга также используются материалы лесоустройства, которые позволяют выявить динамику основных таксационных показателей древостоев, оценить состояние лесов и определить изменения в лесном фонде ООПТ.

### *3.4. Лесопатологический мониторинг*

В целях охраны и защиты лесов проводится лесопатологический мониторинг путем сбора, анализа и использования информации о лесопатологическом состоянии лесов, в том числе о вредных насекомых, отнесенных к карантинным объектам (Лесной кодекс Российской Федерации, статья 56). Организация и проведение лесопатологического мониторинга осуществляется методами, изложенными в справочнике «Методы мониторинга вредителей и болезней леса» (2004).

Для изучения биоэкологических последствий крупномасштабных катастрофических нарушений (массового ветровала) производится закладка постоянных пробных площадей, на которых осуществляется пересчет ветровальной древесины по породам и ступеням толщины. Отдельно учитывается живая, оставшаяся после ветровала на корню часть древостоя. Также производится учет естественного возобновления по породам, состоянию (благонадежный, неблагонадежный, сухостой) и группам высот.

Лесопатологическое обследование деревьев проводится стандартными методами (Мозолевская и др., 1984) на пробных площадях, заложенных непосредственно на ветровале и в пограничных лесных массивах. Учет численности стволовых вредителей на ветровале проводится с помощью модифицированных оконных ловушек (Kaila, 1993) и на модельных деревьях. Оконные ловушки устанавливаются рандомизированно – по три на каждой пробе. По результатам обследования модельных деревьев высчитываются основные параметры популяций стволовых вредителей: экологическая плотность – суммарное количество маточных ходов и брачных камер на 1 дм<sup>2</sup>; коэффициент полигамности – среднее количество самок в семье; энергия размножения – отношение количества родительских особей к количеству молодого поколения, характеризующее изменение численности за период от вбуравливания жуков в ствол до формирования молодого поколения; кормообеспеченность – поверхность ствола, приходящаяся на одну семью.

Исследования видового состава грибов производятся путем сбора грибов на стоящих живых деревьях, на сухостойных и валежных стволах и пнях. При сборе образца гриба учитывается порода, диаметр и степень разложения ствола. Так как некоторые

виды афиллофороидных грибов растут на почве, осматриваются участки пробной площади, характерные для их развития. Для распространенных и легкоопределяемых видов отмечаются местонахождения, другие виды гербаризируются. Определение видов грибов проводится с использованием современной микологической литературы (Бондарцева, Пармасто, 1986; Бондарцева, 1998). Выделяют 5 классов разложения упавшего ствола: 1 – недавно упавший ствол с твердой древесиной и корой: нож входит в ствол на несколько миллиметров; эпифиты стоячего дерева. 2 – ствол довольно твердый, часто все еще с корой: нож входит на 1–2 см; эпифитов мало. 3 – ствол довольно мягкий, кора часто разрушена и отслоена на больших участках: нож входит в ствол на 3–5 см; эпифитных лишайников и мхов довольно много, они не формируют больших сообществ. 4 – ствол часто без коры и покрыт эпифитами, которые формируют большие сообщества. 5 – ствол очень мягкий, распадающийся в руках (Ниемеля, Ренвалл, 1994).

#### **4. Использование геоинформационной системы НП «Водлозерский» при организации лесного мониторинга**

В 1997–1999 гг. в процессе выполнения проекта ТАСИС «Управление лесными ресурсами на Северо-Западе России: Карельский проект FDRUS9507» была разработана и внедрена в практику географическая информационная система (ГИС) Национального парка «Водлозерский». Разработчиком системы выступил отдел ГИС регионального центра информационных технологий Петрозаводского государственного университета. Безусловно, на тот момент это был серьезный прорыв в использовании самых передовых компьютерных технологий для управления такой огромной особо охраняемой природной территорией, каковой является НП «Водлозерский». Информационная система создавалась в целях обеспечения администрации парка актуальной и комплексной пространственно привязанной информацией для принятия управленческих решений, а также проведения научных исследований и обеспечения рекламно-туристической деятельности (Разработка..., 1999).

ГИС НП «Водлозерский» представляет собой комплекс автоматизированных рабочих мест (АРМ), комплектуемых из автономных модулей, обеспечивающих выполнение функций ввода, накопления, хранения, обработки и использования цифровой картографической информации, атрибутивных и тематических баз данных. Система базируется на программном обеспечении Mapinfo Professional для Windows. Информационная система, построенная на принципах модульной структуры, включает в себя ряд базовых блоков (рис. 11, цв. вклейка). В частности, информационная подсистема «Лесная служба» включает в себя АРМ «Главный лесничий» и АРМ «Лесничий», обеспечивающих доступ и работу с атрибутивными базами и цифровой картографической базой данных (ЦКБД), содержащих всю лесоустроительную информацию в полном объеме (повыдельная и поквартальная БД). Как следует из названий, данные автоматизированные рабочие места сориентированы на решение всего комплекса производственных задач, встающих перед специалистами лесного хозяйства в плане анализа лесфонда, его подбора для тех или иных лесохозяйственных мероприятий, отвода делянок и т. д.

Для информационной подсистемы «Научные исследования» специалистами ПетрГУ и КарНЦ РАН были разработаны структуры и средства доступа для следующих баз данных: геология; гидрология; флора; фауна; болотные экосистемы; памятники (архитектуры, археологии, истории). Согласно техническому заданию на разработку подсистемы «Лесная служба» не предусматривалось создание отдельного модуля по лесному мониторингу. Таким образом, после того как стала формироваться сеть лесного мониторинга на территории парка потребовалось разработать структуру базы данных и программный продукт для хранения и анализа информации, накапливаемой в процессе сбора данных на постоянных пробных площадях.

На первом этапе организации сети лесного мониторинга была поставлена задача проанализировать повыдельную базу данных по лесничествам и в целом по территории парка на предмет выявления потенциально интересных объектов. Поскольку первоочередными объектами мониторинга должны были стать малонарушенные высоковозрастные ельники и сосняки, то данный анализ должен был выявить их разнообразие по возрастным структурам,

типам леса и иным значимым характеристикам. Следует отметить, что информация в отношении возрастных структур древостоев в явном виде в повыведельной базе данных не содержится. Для ее извлечения был применен методический подход, суть которого изложена в тексте главы 2 при обсуждении табл. 1. В результате выполнения серии SQL-запросов, извлечения и совмещения информации из таблиц CLF10\_K (Покрытые лесом земли – общая характеристика выдела) и CLF11 (Покрытые лесом земли – таксационная характеристика) были составлены наборы выделов соответственно числу типов возрастных структур и отображены на тематической карте (рис. 12, цв. вклейка). Как видим, лесоустраительная информация была и остается практически единственным источником данных для анализа структуры лесного массива.

После того как начинает функционировать сеть лесного мониторинга, вся информация, касающаяся исходных характеристик заложенных объектов и результатов всех повторных учетов и измерений, должна быть определенным образом упорядочена и закодирована, чтобы обеспечить возможность ее компьютерного анализа. То есть, для постановки дела на современном уровне требуется полноценная база данных. При этом необходимо обеспечить возможность трансформации таблиц пользовательской базы в формат *Marinfo* и совместимость их с названными выше таблицами повыведельной БД.

Для решения поставленной проблемы было создано приложение в среде *Delphi7* и база данных в стандарте СУБД *dBaseIV*. Сама база данных состоит из трех таблиц, в которых хранится: обобщенная характеристика пробной площади на момент закладки (CLF10), такая же характеристика при повторной таксации (CLF10\_repeat) и характеристика древостоя по элементам леса (CLF11) при первичных и последующих повторных учетных работах. Таблицы пользовательской базы по лесному мониторингу унаследовали многие признаки соответствующих таблиц повыведельной базы данных. Сохранена сама структура представления информации. Там, где возможно, сохранены названия полей и типы данных. Сам интерфейс приложения пока весьма прост и представляет собой шесть кнопок, открывающих соответствующие шесть форм (рис. 13).

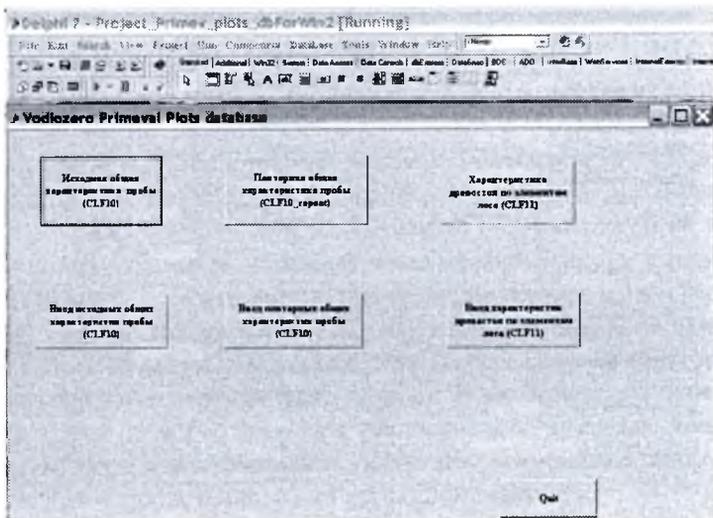


Рис. 13. Вид главной формы

Верхние три формы (см. рис. 13) предназначены для представления таблиц в виде списков и допускают возможность корректировки данных (рис. 14). Нижние три формы (см. рис. 13) предназначены для ввода данных (рис. 15).

N	NPLOTS	LONGE	Y_LAT	ESTBC	NKB	NB	SB	KP1	KB	N1	N2	BON	RL	Z	ZDEAD	RL1R
1	36	75973	62,27348	1999	0128	026	33	20	7	0,99	0	4	8	313,3	9,4	03 0
2	36	75973	62,28148	1999	0129	021	30	20	12	0,81	0	5	7	269,74	19,74	03 0
3	36	75957	62,28495	1999	0129	003	23	20	7	1	0	5	28	255,1	16	03 0
4	36	72928	62,44961	2000	0053	026	19	20	11	0,89	0	5	28	278,14	28,28	03 0
5	36	72946	62,44982	2000	0053	026	19	20	9	0,91	0	4	7	319,28	8,55	03 0
6	36	73517	62,4497	2000	0055	035	39	20	9	0,63	0	5	7	265,78	28,1	03 0
7	37	0182	62,54788	2001	0016	084	6,7	20	9	0,8	0	5	28	265,98	8,98	03 0
8	37	10347	62,41432	2001	0081	047	3,4	20	9	0,83	0	4	7	343,83	4,26	03 0
9	37	0904	62,41412	2002	0081	042	34	20	7	0,92	0	4	7	473,25	24,36	03 0
10	37	1013	62,42523	2002	0081	026	35	20	9	0,75	0	4	7	325,98	61,58	03 0
11	37	10399	62,58755	2008	0011	048	31	20	7	0,7	0	6	7	232,46	0,03	0
14	37	10399	62,58755	2008	0011	048	31	20	7	0,7	0	6	7	232,46	0,03	0

Рис. 14. Таблица исходных характеристик пробной площади

а

**Primeval\_CLF10\_input**

Номер пробы	<input type="text"/>	Преобладающая порода	<input type="text"/>
Долгота (восточная), град	<input type="text"/>	Классе возраста	<input type="text"/>
Широта (северная), град	<input type="text"/>	Надлежит относит. основного яруса	<input type="text"/>
Гал. ласточки	<input type="text"/>	Надлежит относит. второго яруса	<input type="text"/>
Номер квартала	<input type="text"/>	Биометр	<input type="text"/>
Номер выдела	<input type="text"/>	Тип леса	<input type="text"/>
Площадь выдела, га	<input type="text"/>	Запас на 1 га, кубм	<input type="text"/>
Код лесничества	<input type="text"/>	Сухоствол (отпад), кубм	<input type="text"/>
КЛЮЧ	<input type="text"/>		

б

**Primeval\_CLF11\_input**

Номер пробы	<input type="text"/>	Номер яруса	<input type="text"/>	Запас элемента леса на 1 га, кубм	<input type="text"/>
Год учета	<input type="text"/>	Первоначальный номер составленной пробы яруса	<input type="text"/>	Запас сухостой (отпад) элемента леса на 1 га, кубм	<input type="text"/>
Номер квартала	<input type="text"/>	Коэффициент соствы	<input type="text"/>		
Номер выдела	<input type="text"/>	Согласованная порода	<input type="text"/>		
Код лесничества	<input type="text"/>	Возраст, лет	<input type="text"/>		
КЛЮЧ	<input type="text"/>	Диаметр, см	<input type="text"/>		
		Высота, м	<input type="text"/>		
		Относит. площадь элемента леса	<input type="text"/>		

Рис. 15. Окна ввода данных

После того как в таблицы введена информация, имеющаяся на сегодняшний день, они переводятся в формат Mapinfo и встраиваются в ГИС НП «Водлозерский». Поскольку в них присутствуют такие поля как код лесничества, номер квартала и номер выдела, то не представляет проблемы их совмещение с соответствующими таблицами повыделной базы данных. Таблица Primeval\_CLF10

содержит поля с координатами заложенной пробной площади (см. рис. 14, 15), что делает возможным также и пространственную привязку данной таблицы, т. е. создания тематических карт (рис. 16, цв. вклейка).

Описанная выше база данных предназначена для хранения и обработки информации, касающейся пробных площадей, заложенных в коренных малонарушенных насаждениях с обычной оконной возобновительной динамикой. Представление информации по результатам мониторинга в лесах, испытавших преднамеренное вмешательство человека (рубки обновления и т. п.) или же претерпевших какое-либо естественное катастрофическое явление (ветровал, пожар), лучше организовывать в отдельных базах данных. В их структуру, кроме вышеописанных таблиц, требуется введение дополнительно еще, как минимум, двух, отражающих все особенности древостоя сразу после воздействия антропогенного или природного фактора.

### Заключение

Территория НП «Водлозерский» в Европейской части России является уникальной по площади сохранившихся высоковозрастных насаждений различных типов возрастных структур, что предопределяет организацию и разработку научно-фундаментальных аспектов лесного мониторинга. В основу проведения его положена система стандартных постоянных пробных площадей, закладываемых с учетом ландшафтно-географического и лесотипологического подходов и использования ГИС. Предложенные методы мониторинга позволяют получить достоверную информацию о динамике и устойчивости коренных лесов, не затронутых хозяйственной деятельностью. Материалы исследований могут быть использованы для контроля за рациональным, непрерывным лесопользованием с сохранением биоразнообразия в лесах промышленного назначения. Проведение лесопатологического мониторинга даст возможность оценить биоэкологические последствия масштабных катастрофических нарушений и связанных с ними вспышек численности болезней и вредителей леса.

Применение унифицированной методики сбора и обработки данных о коренных лесах на ООПТ будет способствовать созданию единой сети мониторинга, позволяющей оценивать состояние и давать прогноз развития лесных экосистем Северо-Запада России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А. С. Мониторинг лесных экосистем: Учебное пособие. СПб.: ЛТА, 1997. 116 с.
2. Ананьев В. А. Изучение закономерностей строения и хода роста разновозрастных ельников Карелии, пройденных выборочными рубками: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1981. 19 с.
3. Ананьев В. А., Раевский Б. В., Грабовик С. И. Организация лесного мониторинга в НП «Водлозерский» // Многолетняя динамика популяций животных и растений на ООПТ и сопредельных территориях по материалам стационарных и тематических наблюдений. Материалы юбилейной научной конференции, посвященной 60-летию Дарвинского государственного природного биосферного заповедника. Череповец, 2005. С. 5–7.
4. Бондарцева М. А. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып. 2. СПб.: Наука, 1998. 391 с.
5. Бондарцева М. А., Пармасто Э. Х. Определитель грибов СССР. Порядок Афиллофоровые. Вып. 1. Л.: Наука, 1986. 192 с.
6. Валяев В. Н. Динамика таксационных показателей разновозрастных еловых насаждений. Изв. высш. учеб. завед. Лесной журнал. 1963. № 4. С. 22–26.
7. Волков А. Д. Строение ельников южной части Карельской АССР // Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. Л., 1967. Вып. 11. С. 63–88.
8. Дыренков С. А. Структура еловых древостоев в юго-западной части Вычегодско-Мезенской равнины // Ботанический журнал. 1966. Т. 51, № 8. С. 1149–1156.
9. Дыренков С. А. Возрастная структура и строение древостоев некоторых типов еловых лесов бассейна реки Вычегда // Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала. Красноярск, 1967. С. 73–80.
10. Дыренков С. А. Структура и динамика древостоев еловых лесов европейского Севера // Сборник научно-исслед. работ по лесному хозяйству ЛенНИИЛХ. Вып. XIII. М., 1971. С. 106–120.
11. Дыренков С. А. Структура и динамика таежных ельников. Л., 1984. 176 с.
12. Зябченко С. С. Сосновые леса Европейского Севера. Л., 1984. 248 с.
13. Израэль Ю. А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменений состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга // Метеорология и гидрология. 1974. № 7. С. 3–8.

14. Лесной кодекс Российской Федерации. М., 2008. 96 с.
15. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
16. Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесная промышленность, 1984. 152 с.
17. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. ОСТ 56-69-83. М., 1983. 60 с.
18. Программа и методика биогеоэкологических исследований. М., 1966. 366 с.
19. Разработка географической информационной системы НП «Водлозерский». Управление лесными ресурсами на Северо-Западе России: Карельский проект FDRUS9507. Петрозаводск, 1999. 76 с.
20. Ренвалл Р., Ниемея Т. Типы разложения – видовое разнообразие грибов на упавших древесных стволах // *Luonnon Tutkija*. 1994. N 5. 98 vsk. P. 16–24.
21. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1965. 460 с.
22. Федорчук В. Н., Кузнецова М. Л., Андреева А. А. и др. Резерват «Вепский лес». Лесоводственные исследования. СПб., 1998. 208 с.
23. Kaila L. A new method for collecting quantitative samples of insects associated with decaying wood fungi // *Entomol. Fennica*. 1993. V. 4. P. 21–23.
24. Munn R. E. Global environmental monitoring system / *Scope*, rep. 3. Toronto, 1973. 130 p.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Для выделения поколений в еловых и сосновых типах при таксации разновозрастных древостоев приведены морфологические признаки деревьев определенного возраста.

#### Внешние признаки для определения возраста ели в разновозрастных древостоях

Ель до 80 лет: кора гладкая, коричневая, с налетом тонких, мелких чешуй. Крона конусовидная, с острой вершиной.

81–120 лет: кора до 1 м по высоте чешуйчатая (1 x 1 см), чешуи слегка прижаты, выше 1 м кора коричневая с налетом мелких чешуй. Крона конусовидная, вершина острая.

121–160 лет: кора до 0,5–1 м от шейки корня с вертикальными трещинами с глубиной 0,5 см с расстоянием между ними 2–5 см, с 1 до 3 м кора чешуйчатая, чешуи слегка отслаиваются, с 3 м и выше чешуи плотно прижаты. Сучья прямые, крона овально-конусовидная.

161–200 лет: кора до 2 м толстая, серая, с вертикальными трещинами глубиной 0,5–1,0 см с расстоянием между ними 2–10 см. С 2 м и выше кора чешуйчатая, чешуи отслаиваются. Крона овальная, сучья слегка искривлены.

200 лет и более: до 2 м и более кора толстая, грубая с вертикальными трещинами, глубина борозд 1–3 см, ширина 1–5 см, длина 5–40 см. В нижней части ствола сучья толстые, узловатые. Крона яйцевидная, вершина тупая.

#### Внешние признаки для определения возраста сосны в разновозрастных древостоях (по Зябченко, 1984)

В 81–120 лет кора темно-серая, с продольными узкими бороздками, покрыта мелкими, легко отслаивающимися чешуйками. Трещины узкие, неглубокие (до 1 см), с неровными краями. Поперечных перегородок нет. Высота распространения грубой (серой) коры по стволу до 4 м. Крона густая, островершинная или конусовидная, занимает 1/3–1/2 длины ствола. Ниже живой кроны есть сухие сучья. Живые сучья тонкие, отходят от ствола под острым углом, мутовки в кроне заметны.

В 121–160 лет кора серая, с невыраженными продолговатыми плитками, поверхность которых покрыта чешуйками с загнутыми краями. Трещины с неровными краями шириной до 2–3 см и глубиной до 2 см. В трещинах кора темно-коричневого цвета. Плитки разделяются узкими перегородками. Грубая кора поднимается до 6 м по стволу. Крона средней густоты со слегка округленной вершиной. Протяженность кроны около  $1/3$  ствола. Сучья в верхней части кроны располагаются под острым углом, а в нижней части – под прямым углом. Мутовки незаметны. Очищаемость ствола от сучьев хорошая. Кора ствола и сучьев покрыта лишайниками.

Свыше 160 лет кора светло-серая, с ясно выраженными продолговато-овальными, гладкими сверху плитками, с отслаивающимися верхними чешуйками. Продольные трещины глубиной до 4 см и относительно ровными краями. Хорошо заметны поперечные перегородки. Размер плиток: ширина 4–8 см, длина 10–20 см. Цвет коры в трещинах – темно-красный. Грубая кора поднимается по стволу до 10 м. Крона редкая, асимметричная, с тупой вершиной, занимает от  $1/3$  до  $1/4$  ствола. Выражена многовершинность. Сучья очень толстые, у 200–300-летних сосен достигают 20 см по диаметру у основания, отходят под прямым или тупым углом. Сучья и верхняя часть ствола обильно покрыты лишайниками.

## *Приложение 2*

### **Таблицы хода роста разновозрастных ельников**

Таблицы хода роста разновозрастных ельников Карелии могут быть использованы специалистами лесной службы национальных парков для оценки состояния и устойчивости лесных массивов на особо охраняемых природных территориях (табл. 1–3).

В этих таблицах отдельно характеризуется еловая часть, под-рост и примесь других пород. Для еловой части древостоя показаны ее возрастная структура, распределение числа стволов и запаса, средние диаметры и высоты, абсолютные и относительные полноты и динамика текущих приростов. Здесь же приведены числовые показатели естественных процессов пополнения и отпада, установлены их возрастные пределы.

Таблица 1

## Ход роста разновозрастных ельников-черничников IV класса бонитета. Возраст основного поколения 121–160 лет

Возрастные группы (поколения, лет)	Еловая часть																
	Таксационные показатели																
	Число стволов		Д, см Н, м	Разряд высот	G, м <sup>3</sup> относит. полнота	Запас, М <sup>3</sup> %	Приросты по запасу			Интенсивность пополнения				Интенсивность отпада за последние 10 лет		Видовос- числе- ние, f	Ко- эф- фор- мы, q <sub>2</sub>
	шт. общес перечет.	%, общес перечет.					P <sub>м</sub> , %	Z <sub>м</sub> , м <sup>3</sup>	Z <sub>с</sub> , м <sup>3</sup>	за 40 лет		за послед- ние 10 лет		N, шт. M, м <sup>3</sup>	% N M		
N, шт. M, м <sup>3</sup>			% N M	N, шт. M, м <sup>3</sup>	% N M												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
крупно- мерный подрост	25 -	2 -	-	-	-	-	-	-	-	25 -	3 -	-	-	-	-	-	-
41–80	194 2	16 -	8,0 7,4	VIII	0,01 -	0,1 -	4,9	0,01	-	192 0,7	21 -	19 0,1	2 -	-	-	0,636	0,77
81–120	340 238	27 26	13,2 12,5	VII	3,27 0,13	23,9 11	3,5	0,61	0,24	102 0,4	11 -	38 0,2	4 -	26 1,3	3 1	0,547	0,75
121–160	518 514	41 56	17,2 15,2	VI	11,97 0,43	100,6 48	2,7	1,63	0,72	4 -	-	-	-	13 1,6	1 1	0,518	0,74
161–200	84 84	7 9	22,0 18,0	VI	3,21 0,10	30,3 15	1,9	0,50	0,17	-	-	-	-	5 0,8	1 -	0,506	0,72
> 200	88 88	7 9	27,8 20,7	V	5,36 0,16	55,1 26	1,3	0,09	0,25	-	-	-	-	4 1,8	- 1	0,497	0,70
Итого	1249 926	100 100	-	-	23,82 0,82	210,0 100	-	2,84	1,38	323 1,1	35 -	57 0,3	5 -	48 5,5	5 3	-	-

Примечание. P<sub>м</sub> – процент текущего прироста по запасу;  
 Z<sub>м</sub> – текущий прирост по запасу;  
 Z<sub>с</sub> – средний прирост;  
 Д – средний диаметр;

Н – средняя высота;  
 G – сумма площадей сечений древостоя;  
 N – число стволов;  
 M – запас.

Окончание табл. 1

Состав по элементам леса	N, шт. <u>общее</u> <u>перечет.</u>	<u>Д. см</u> H, м	<u>G, м<sup>2</sup></u> относит. полнота	Запас, м <sup>3</sup>	Приросты по запасу, м <sup>3</sup>		За 10 лет в пересчетной части						
					Zг, м <sup>3</sup>	Zс, м <sup>3</sup>	Пополнение				Отпад		
							по- рода	воз- раст	N, <u>шт.</u> %	M, <u>м<sup>3</sup></u> %	по- рода	N, <u>шт.</u> %	M, <u>м<sup>3</sup></u> %
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
4,7E <sub>140</sub>	<u>518</u> 514	<u>17,2</u> 15,2	<u>11,97</u> 0,43	100,6	1,63	0,72	-	-	-	-	Е	<u>13</u> 1	<u>1,6</u> 1
3,9E <sub>200</sub>	<u>172</u> 172	<u>25,3</u> 19,8	<u>8,57</u> 0,26	85,4	0,59	0,42	-	-	-	-	Е	<u>9</u> 1,0	<u>2,6</u> 1,0
1,1E <sub>100</sub>	<u>534</u> 240	<u>13,2</u> 12,4	<u>3,28</u> 0,13	24,0	0,62	0,24	Е	60-100	<u>57</u> 5	<u>0,1</u> -	Е	<u>26</u> 3	<u>1,3</u> 1,0
0,3Б <sub>90</sub>	<u>55</u> 55	-	<u>0,93</u> 0,04	7,3	0,10	0,08	Б	40	<u>6</u> -	-	Б	<u>3</u> -	<u>1,8</u> 1,0
Итого	<u>1304</u> 981	-	<u>24,75</u> 0,86	217,3	2,94	1,46			<u>63</u> 5	<u>0,1</u> -		<u>51</u> 4	<u>7,3</u> 3

Таблица 2

## Ход роста разновозрастных ельников-черничников IV класса бонитета. Возраст основного поколения 161–200 лет

Возрастные группы (поколения, лет)	Еловая часть																
	Таксационные показатели																
	Число стволов		Д, см Н, м	Разряд высот	G, м <sup>2</sup> относит. полнота	Запас, м <sup>3</sup> %	Приросты по запасу			Интенсивность пополнения				Интенсивность отпада за последние 10 лет		Видовосчисло, f	Коэф. формы, q <sub>2</sub>
	шт., общее перечет.	%, общее перечет.					Р <sub>м</sub> , %	Z <sub>м</sub> , м <sup>3</sup>	Z <sub>с</sub> , м <sup>3</sup>	за 40 лет		за последние 10 лет		N, шт. М, м <sup>3</sup>	%, N M		
			N, шт. М, м <sup>3</sup>	% N M	N, шт. М, м <sup>3</sup>	% N M											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
крупномерный подрост	207 –	19 –	–	–	–	–	–	–	–	207 0,2	28 –	–	–	–	–	–	–
41–80	226 114	21 16	10,4 8,6	VIII	0,97 0,05	6,2 4	4,9	0,15	0,10	112 0,3	16 –	35 0,1	5 –	3 0,1	–	0,580	0,76
81–120	134 113	13 16	14,3 13,2	VI	1,82 0,07	15,3 9	3,6	0,32	0,15	21 0,1	3 –	–	–	4 0,1	1 –	0,531	0,75
121–160	189 183	18 26	17,9 16,5	VI	4,62 0,16	40,7 24	2,6	0,69	0,29	6 –	1 –	–	–	5 0,7	1 0,5	0,513	0,73
161–200	237 237	23 33	21,3 18,6	V	8,45 0,27	76,5 45	2,2	1,15	0,43	–	–	–	–	15 8,8	2 5	0,505	0,72
> 200	68 68	6 9	24,3 19,3	V	3,15 0,10	29,8 18	1,6	0,34	0,14	–	–	–	–	3 0,7	– 0,5	0,503	0,71
Итого	1061 715	100 100	–	–	19,01 0,65	168,5 100	–	2,65	1,11	346 0,6	48 –	35 0,1	5 –	30 10,4	4 6	–	–

Примечание. Р<sub>м</sub> – процент текущего прироста по запасу;  
 Z<sub>м</sub> – текущий прирост по запасу;  
 Z<sub>с</sub> – средний прирост;  
 Д – средний диаметр;

Н – средняя высота;  
 G – сумма площадей сечений древостоя;  
 N – число стволов;  
 М – запас.

Окончание табл. 2

Состав по элементам леса	N, шт. <u>общее</u> <u>персчт.</u>	<u>D, см</u> N, м	<u>G, м<sup>3</sup></u> относит. полнота	Запас, м <sup>3</sup>	Приросты по запасу, м <sup>3</sup>		За 10 лет в персчетной части						
					Zт, м <sup>3</sup>	Zс, м <sup>3</sup>	Пополнение				Отпад		
							По-рода	Воз-раст	N, <u>шт.</u> %	M, <u>м<sup>3</sup></u> %	По-рода	N, <u>шт.</u> %	M, <u>м<sup>3</sup></u> %
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
5,6E <sub>190</sub>	<u>305</u> 305	<u>21.8</u> 19,5	<u>11.60</u> 0,37	106,3	1,49	0,57	–	–	–	–	Е	<u>18</u> 2	<u>9.5</u> 5
2,2E <sub>140</sub>	<u>189</u> 183	<u>17.9</u> 16,5	<u>4.62</u> 0,16	40,7	0,69	0,29	–	–	–	–	Е	<u>5</u> 1	<u>0.7</u> –
1,1E <sub>90</sub>	<u>360</u> 227	<u>13.2</u> 11,9	<u>2.79</u> 0,12	21,5	0,47	0,25	Е	60	<u>35</u> 4	<u>0.1</u> –	Е	<u>7</u> 1	<u>0.2</u> –
1,1Б <sub>120</sub>	<u>87</u> 86	–	<u>2.28</u> 0,09	21,7	0,40	0,18	Б	60	<u>14</u> 1	–	Б	<u>3</u> 1	<u>0.1</u> –
Итого	<u>1148</u> 801	–	<u>21.29</u> 0,74	190,2	3,05	1,29			<u>49</u> 5	<u>0.1</u> –		<u>33</u> 5	<u>10.5</u> 5

Таблица 3

## Ход роста разновозрастных ельников-черничников IV класса бонитета. Возраст основного поколения более 200 лет

Возрастные группы (поколения, лет)	Еловая часть																	
	Таксационные показатели																	
	Число стволов		Д, см Н, м	Разряд высот	G, м <sup>2</sup> относит. полнота	Запас, м <sup>3</sup> %	Приросты по запасу			Интенсивность пополнения				Интенсивность отпада за последние 10 лет		Видо- вос число, f	Ко- эф. фор- мы, q <sub>2</sub>	
	шт., общее перечет	%, общее перечет					Р <sub>м</sub> , %	Z <sub>п</sub> , м <sup>3</sup>	Z <sub>с</sub> , м <sup>3</sup>	за 40 лет		за послед- ние 10 лет		N, шт. М, м <sup>3</sup>	%, N M			N, шт. М, м <sup>3</sup>
			N, шт. М, м <sup>3</sup>	%, N M	N, шт. М, м <sup>3</sup>	%, N M												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
крупно- мерный подрост	<u>159</u> -	<u>14</u> -	-	-	-	-	-	-	-	<u>159</u> 0,2	<u>20</u> -	-	-	-	-	-	-	
41-80	<u>293</u> 159	<u>25</u> 20	<u>10,4</u> 9,4	VIII	<u>1,35</u> 0,06	<u>7,9</u> 4	4,8	0,21	0,13	<u>134</u> 0,4	<u>17</u> -	<u>28</u> 0,1	<u>3</u> -	<u>2</u> 0,1	-	0,574	0,77	
81-120	<u>218</u> 174	<u>19</u> 21	<u>13,5</u> 12,5	VII	<u>2,49</u> 0,10	<u>17,3</u> 10	4,0	0,38	0,17	<u>44</u> 0,1	<u>5</u> -	<u>11</u> -	<u>1</u> -	<u>7</u> 0,2	<u>1</u> -	0,550	0,76	
121-160	<u>218</u> 211	<u>19</u> 26	<u>17,1</u> 15,2	VI	<u>4,86</u> 0,17	<u>40,5</u> 23	2,9	0,68	0,29	<u>7</u> 0,1	<u>1</u> -	<u>2</u> -	-	<u>14</u> 0,6	<u>1</u> -	0,515	0,73	
161-200	<u>101</u> 101	<u>9</u> 13	<u>21,2</u> 17,7	VI	<u>3,57</u> 0,12	<u>32,1</u> 18	2,4	0,59	0,18	-	-	-	-	<u>8</u> 1,5	<u>1</u> 1	0,505	0,72	
> 200	<u>161</u> 161	<u>14</u> 20	<u>25,7</u> 19,8	VI	<u>8,38</u> 0,26	<u>81,7</u> 45	1,6	0,55	0,37	-	-	-	-	<u>7</u> 2,6	<u>1</u> 2	0,497	0,70	
Итого	<u>1150</u> 806	<u>100</u> 100	-	-	<u>20,65</u> 0,71	<u>179,5</u> 100	-	2,41	1,14	<u>344</u> 0,8	<u>43</u> -	<u>41</u> 0,1	<u>4</u> -	<u>38</u> 5,0	<u>4</u> 3	-	-	

Примечание. Р<sub>м</sub> – процент текущего прироста по запасу;  
 Z<sub>м</sub> – текущий прирост по запасу;  
 Z<sub>с</sub> – средний прирост;  
 Д – средний диаметр;

Н – средняя высота;  
 G – сумма площадей сечений древостоя;  
 N – число стволов;  
 М – запас.

Окончание табл. 3

Состав по элементам леса	N, шт. <u>общес</u> <u>персечт.</u>	<u>Д. см</u> <u>Н, м</u>	<u>G. м<sup>2</sup></u> <u>относит.</u> <u>полнота</u>	Запас, м <sup>3</sup>	Приросты по запасу, м <sup>3</sup>		За 10 лет в пересчетной части						
					ZМ, м <sup>3</sup>	Zс, м <sup>3</sup>	Пополнение				Отпад		
							По-рода	Воз-раст	N, <u>шт.</u> <u>%</u>	M, <u>м<sup>3</sup></u> <u>%</u>	По-рода	N, <u>шт.</u> <u>%</u>	M, <u>м<sup>3</sup></u> <u>%</u>
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
4,1Е <sub>230</sub>	<u>161</u> 161	<u>25.7</u> 19,8	<u>8.38</u> 0,26	81,7	0,55	0,37	–	–	–	–	Е	<u>7</u> 1	<u>2.6</u> 1
3,6Е <sub>190</sub>	<u>319</u> 312	<u>18.6</u> 16,4	<u>8.43</u> 0,29	72,6	1,27	0,47	Е	140	<u>2</u> –	–	Е	<u>22</u> 2	<u>2.1</u> 1
1,3Е <sub>100</sub>	<u>511</u> 333	<u>11.7</u> 10,0	<u>3.84</u> 0,16	25,2	0,59	0,30	Е	60-100	<u>36</u> 5	<u>0.1</u> –	Е	<u>9</u> 1	<u>0.3</u> –
0,5Б <sub>100</sub>	<u>93</u> 86	<u>14.0</u> 14,0	<u>1.43</u> 0,06	10,8	0,10	0,11	Б	40-60	<u>7</u> –	<u>0.1</u> –	Б	<u>10</u> 1	<u>2.5</u> 1,0
0,5Ос <sub>120</sub>	<u>16</u> 16	<u>28.2</u> 22,8	<u>0.99</u> 0,03	9,3	0,10	0,08	Ос	–	–	–	Ос	<u>1</u> –	<u>1.4</u> 1
Итого	<u>1259</u> 908	–	<u>23.07</u> 0,80	199,6	2,61	1,33			<u>45</u> 5	<u>0.2</u> –		<u>49</u> 5	<u>8.9</u> 4

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение в проблему . . . . .	3
1. Стационарные методы наблюдений в лесных экосистемах как основа организации лесного мониторинга в НП «Водлозерский» . . . . .	8
2. Общая характеристика лесов НП «Водлозерский» . . . . .	9
3. Методика проведения лесного мониторинга . . . . .	18
3.1. Закладка постоянных пробных площадей . . . . .	18
3.2. Методика сбора полевого материала . . . . .	19
3.3. Обработка, анализ и систематизация собранных материалов . . . . .	22
3.4. Лесопатологический мониторинг . . . . .	25
4. Использование геоинформационной системы НП «Водлозерский» при организации лесного мониторинга . . . . .	26
Заключение . . . . .	31
Литература . . . . .	32
Приложения . . . . .	34