

МАКАРОВ ЮРИЙ ИВАНОВИЧ

**СТРОЕНИЕ И РОСТ ПРОИЗВОДНЫХ ЕЛЬНИКОВ  
В ТАЁЖНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА  
(на примере Вологодской области)**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Вологда – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина».

Научный руководитель: **Дружинин Федор Николаевич**,  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Официальные оппоненты: **Коновалов Валерий Николаевич**,  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный  
университет имени М.В. Ломоносова»,  
профессор кафедры зоологии и экологии;

**Беляева Наталия Валерьевна**,  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет имени С.М. Кирова»,  
профессор кафедры лесоводства

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный  
университет»

Защита диссертации состоится 27 января 2016 года в 13<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.008.03 на базе ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» по адресу: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17, главный корпус, ауд. 1220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» [www.narfu.ru](http://www.narfu.ru).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Клевцов Денис Николаевич

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Хвойные леса имеют важное экономическое, экологическое и социально-культурное значение. Они служат сырьевой базой для многих отраслей народного хозяйства, местом отдыха населения, выполняют природоохранные, оздоровительные и эстетические функции. Интенсивная эксплуатация лесов, а также систематически повторяющиеся пожары привели к резкому ухудшению породно-возрастного и качественного состава насаждений, как в целом по стране, так и на территории Европейского Севера. Только за период с 1961 по 2012 годы площадь хвойных фитоценозов в лесном фонде Вологодской области сократилась на 19,5% (Лесной план..., 2010).

Как в прошлом, так и в настоящее время заготовка древесины осуществляется в большинстве своём посредством сплошных рубок. Официально регламентированы они в регионе и в лиственных насаждениях с долевым участием неспелой ели до 3 единиц. Лесопромышленный комплекс, наращивая производственный потенциал, внедряя современные технологии заготовки и переработки древесины, навязывает условия в хвойных высокопроизводительных (I-III классы бонитета) насаждениях по снижению возраста рубок, выдавая это за инновационный подход к ведению лесного хозяйства. Действительно же эта позиция, в первую очередь, связана с истощением доступной в транспортном отношении лесосырьевой базы.

Для оценки успешности использования естественного лесовосстановления, научного обоснования ведения лесного хозяйства крайне важно и актуально изучение возобновительных процессов, формирования, строения и роста, качественной структуры, возникающих на месте вырубок и гарей, производных ельников. Только на основании полученных данных можно судить о возможных вариантах хозяйствования и нецелесообразности снижения возраста спелости в высокобонитетных хвойных насаждениях.

**Степень изученности вопроса.** Доля запаса древесины за 32-летний период (1973 – 2005 гг.) по хвойным породам практически не изменилась (+2%). Увеличение запаса лиственных пород в 2,2 раза указывает на высокую интенсивность сукцессионных процессов. Смене хвойных насаждений на лиственные уделялось достаточно пристальное внимание (Воропанов, 1950; Чертовской, 1978; Цветков, 2004 и др.). Оценивались возобновительные процессы на вырубках и гарях (Анишин, 1977; Мелехов, 1980; Дружинин, 2006 и др.). Вместе с этим, многие вопросы формирования, роста, развития, товарной структуры, возрастного строения, фитосанитарного состояния производных насаждений, с участием хвойных пород, в том числе с их преобладанием в составе древостоя, слабо изучены и носят эпизодический характер.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является выявление особенностей формирования, роста, пространственного и возрастного строения, производительности, товарной структуры производных еловых фитоценозов средней и южной подзоны тайги Вологодской области.

Поставленная цель требует выполнения следующих задач:

- оценить динамику структуры лесного фонда;
- рассмотреть экологию ельников, сформировавшихся на месте вырубок и гарей;
- выявить особенности формирования, строения и роста производных ельников;
- выполнить фитопатологический мониторинг еловых формаций;
- дать лесоводственно-таксационную оценку внутривидовой изменчивости ели;
- провести дендрохронологический анализ хода роста в производных ельниках;
- исследовать качественную и количественную структуру, в сформировавшихся еловых древостоях на бывших вырубках и гарях.

Решение поставленных вопросов позволит обосновать систему ведения лесного хозяйства в еловых формациях и будет служить основой при разработке нормативно-правовой базы с учетом основополагающих принципов лесопользования.

**Научная новизна** заключается в том, что впервые осуществлено исследование вторичных еловых формаций, после сплошных рубок и пожаров прошлых лет на всех стадиях их онтогенеза. Новизну исследования составляет системный подход и комплексная лесоводственно-биологическая оценка формирования, роста и строения производных ельников в подзонах средней и южной тайги Европейского Севера на примере лесного фонда Вологодской области.

**Теоретическая и практическая значимость.**

Результаты научно-исследовательской работы предназначены для использования органами исполнительной власти при разработке региональных программ развития лесного хозяйства и нормативно-правовой базы. В практической деятельности они полезны предприятиям лесного комплекса.

*Доказана* необходимость сохранения ранее установленных и действующих на территории Вологодской области до 2015 года возрастов рубок в высокобонитетных хвойных насаждениях с целью рационального использования лесных ресурсов и получения наибольшего выхода древесины с каждого гектара лесной площади.

*Выявлена* степень влияния климатических переменных, высотно-возрастной структуры на формирование радиального прироста и рост производных ельников на разных стадиях их онтогенеза.

*Дано научное обоснование* влияния фауны осины и ее участия в составе еловых насаждений на фитосанитарное состояние ели европейской по стадиям онтогенеза.

*Предложены* практические рекомендации по ведению лесного хозяйства в производных ельниках с учётом основополагающих принципов по непрерывности, неистощительности и рациональности лесопользования.

*Раскрыты* особенности формирования, строения и роста производных ельников, сформировавшихся под влиянием негативных антропогенных воздействий.

*Получена* обширная дендрохронологическая база данных по ели европейской.

*Практическая значимость* заключается в возможности использования полученных материалов при разработке научно-обоснованных рекомендаций для интенсификации ведения лесного хозяйства в производных еловых фитоценозах. Дендроиндикационная база данных может применяться при проведении судебно-ботанических экспертиз. Результаты исследования могут использоваться в учебном процессе высших учебных заведений при изучении курсов: «Лесоведение», «Лесоводство», «Лесная таксация», «Лесное товароведение с основами древесиноведения».

**Методология и методы исследования.** Для решения поставленных вопросов применялась общенаучная методология, базирующаяся на методах анализа, синтеза, современных математических и статистических методах, используемых для обработки полевых данных, которые широко реализуются в научных исследованиях. Работа выполнена на зонально-типологической основе.

**Положения, выносимые на защиту:**

- 1) динамические изменения в структуре лесного фонда Вологодской области;
- 2) температурный и влажностный режимы окружающей среды в производных ельниках;
- 3) высотно-возрастная структура еловых древостоев;
- 4) лесоводственная оценка производительности внутривидовых форм ели на разных стадиях онтогенеза;
- 5) фитопатологическая оценка еловых насаждений;

- б) количественная и качественная структура производных ельников;  
 7) дендрохронологии радиального прироста.

**Степень достоверности** обеспечивается большим объемом экспериментального материала, часть которого получена с помощью современного оборудования, дающего высокую точность измерений. Исследования выполнены с доверительной вероятностью 0,95. Анализ данных проводился с помощью компьютерных программ TSAP, COFESHA, DENDROCLIM, Curve Expert. Полученный материал обрабатывался методами математической статистики с использованием приложения Microsoft Excel.

**Апробация результатов.** Основные положения диссертации представлены на международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития лесного комплекса» (Вологда, 2012-2013); на XIV Международной конференции молодых ученых «Леса Евразии – Вологодские зори», посвященной 145-летию со дня рождения профессора Е.В. Алексеева (Вологда, 2014); на научно-практическом семинаре «Технические, экономические и организационные условия для увеличения доли выборочных рубок при заготовке древесины» в рамках XIX международной выставки-ярмарки «Российский лес-2014» (Вологда, 2014); на VII Ежегодном смотре-сессии аспирантов и молодых учёных ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина (Вологда, 2013).

**Личный вклад.** Автором проведен аналитический обзор литературных источников в ретроспективном плане, поставлена цель, сформулированы задачи для ее достижения, разработана методика исследования; осуществлен сбор полевого материала, проведена его обработка в камеральных условиях, выполнен анализ и интерпретация полученных данных, обобщены выводы и даны практические рекомендации производству. Работа является результатом 6 – летнего (2010-2015 гг.) исследования автора.

**Публикации.** По результатам диссертационного исследования опубликовано 10 работ, из них 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Объём и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, списка литературы из 384 наименований, в том числе 15 иностранных и 5 приложений. Материал изложен на 176 страницах, содержит 32 таблицы и 40 рисунков.

## 1 ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ

Обзор литературы содержит сведения о **биолого-лесоводственных особенностях ели европейской**, которая занимает доминирующее положение в составе лесопокрытой площади Европейской части РФ (Чертовской, 1978; Казимиров, 1983). Различные аспекты ее биологии и особенности произрастания в разных регионах естественного ареала описаны в многочисленных работах (Тимофеев, 1939, 1944; Воропанов, 1950; Парфёнов, 1964; Казимиров, 1971; Правдин, 1975; Голубец, 1978; Гельтман, 1982; Дыренков, 1984; Попов, 1999; Манько, Гладкова, 2001; Рысин, Савельева, 2002; Кисилев, Матюшевская, 2004; Сарнацкий, 2009 и др.). На территории Вологодской области произрастает в основном ель европейская (*Picea abies Link*), а в восточных районах встречается и ель сибирская (*Picea obovata Ldb.*).

Распространена она (ель) в широком диапазоне световых условий, выдерживает колебания температур до минус 55 °С зимой и до плюс 40 °С летом. Занимает территорию с диапазоном выпадающих осадков – от 370 до 1600 мм в год. По отношению к воде ель – типичный мезофит, а отдельные ее экотипы – мезогигрофиты; в отношении плодородия почв – мезотроф. У породы выражены рано- и позднезрелые фенологические формы. Отличается широкой амплитудой внутривидовой изменчивости.

Еловые древостои на Европейском Севере имеют различное происхождение, строение и возрастную структуру. Эти различия обусловлены естественными процессами

ми роста леса и воздействием человека. Изучение природы, закономерностей роста и формирования ельников – необходимое условие правильной организации хозяйства.

**Особенности формирования и строения еловых формаций** в пределах одного типа леса зависят от происхождения, которому лесоводы уделяли серьезное внимание (Осетров, 1916; Тарашкевич, 1916; Ткаченко, 1939; Давыдов, 1951; Семечкин, 1954; Трулль, 1955; Побединский, 1955; Горский, 1957; Декатов, 1961; Нестеров, 1961; Кайрюкштис, 1969; Казимиров, 1971). В этих работах показано, что восстановление после сплошных рубок при интенсивной смене пород без больших затрат может быть обеспечено только с сохранением подроста предварительного возобновления.

В.Г. Чертовской (1978) отмечал, что еловые леса на месте вырубок и гарей формируются несколькими путями. На землях, бывших в сельскохозяйственном пользовании и на гарях, их формирование происходит за счет последующего возобновления. Характерной чертой таких древостоев является разновозрастность, отсутствие периода угнетения и высокая производительность. Формирование ельников без смены пород за счёт сохраненного тонкомера и подроста ели характерно древостоям с выраженной разновозрастной структурой. Выращивание их сокращается на 20-30 лет, что важно для Европейской тайги, где складывается напряженный лесосырьевой баланс. Формирование еловых лесов с временной сменой породного состава древесного яруса на березовую формацию является широко представленной. В этих сукцессиях ель начинает выходить в господствующий ярус с 60-70 лет, а к возрасту 160 лет составляет в составе березовых древостоев около 40% по запасу. При сменах через осиновую формацию выход ели в первый ярус наблюдается не раньше 120 лет и в дальнейшем протекает медленно.

**История изучения лесов в регионе** берет свое начало с середины XVIII века с работы Ф.Г. Фокеля о биологических и лесоводственных признаках ели. Предпринимались попытки классифицировать насаждения применительно к местным названиям, рассматривались особенности строения и возобновления (Китаев, 1893; Тимофеев, 1894; Гуторович, 1897; Битрих, 1908; Соколовский, 1908; Андреев, 1910 и др.), возрастная структура (Граков, 1897; Серебренников, 1904; Успенский, 1908; Рожков, 1911; Кузнецов, 1912; Тюрин, 1916 и др.).

Изучение северных ельников было продолжено в советское время (Богословский, 1921; Орлов, 1927, Ткаченко, 1929 и др.). В 30-е годы сложились основные современные представления о происхождении, динамике и строении древостоев темнохвойных формаций на Европейском Севере (Соколов, 1926; Сукачев, 1928; Ткаченко, 1929; Воропанов, 1930; Шиманюк, 1931; Мелехов, 1933 и др.). Наиболее фундаментальными по этому направлению можно признать две работы с одинаковым названием: «Ельники Севера» (Воропанов, 1950; Баранов, Григорьев, 1955).

Внимание многих исследователей было обращено и на разработку классификации типов возрастных структур (Синельщиков, 1958; Гусев, 1962; Комин, 1963; Семечкин, 1970; Колесников, 1985 и др.). Довольно емкие исследования проведены на территории Европейского Севера И.И. Гусевым (1964, 1967) и С.А. Дыренковым (1966, 1967).

Научные работы по оценке продуктивности разновозрастных и разновозрастных ельников Севера носят противоречивый характер (Ткаченко, 1939; Казимиров, 1971а; Анишин, 1975; Гусев, 1978; Питикин, 1980; Цурик, 1981; Яковлев, 1982; Верхунов, 1983; Третьяков, 2011 и др.). При этом, многими авторами отмечается сильная фаутность еловых насаждений (Тимофеев, 1894; Кузнецов, 1912; Алексеев, 1948, Алексеев, Молчанов, 1954; Молчанов, Преображенский, 1957; Рубцов, 1973; Казимиров, 1971; Стороженко, 1978; Чибисов, 2010). В последнее время в отечественной литературе приводятся сведения о массовой гибели еловых лесов и причинах вызывающих эти процессы (Маслов,

1972; Неволин, 2007 и др.).

В заключении следует отметить, что вопросами изучения формирования, строения и роста еловых формации, сформировавшихся после сплошных рубок и пожаров прошлого столетия, составляющих доминирующую долю лесного фонда региона, занимался узкий круг учёных. Достаточное внимание уделялось лишь искусственным фитоценозам. В связи с этим всесторонняя оценка формирования ельников на месте вырубок и гарей прошлых лет является важным звеном для правильной организации и ведения лесного хозяйства, что отражает практическую направленность работы.

## **2 ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Регион исследования занимает северную часть Восточно-Европейской равнины (Курнаев, 1973), включающую южную часть средней и северную часть южной подзон тайги (Цепляев, 1961).

**Климат** – умеренно-континентальный. Радиационный баланс положительный в период с апреля по октябрь, отрицательный – с ноября по март. Безморозный период на востоке составляет 95-100 дней, на западе и юге – 115-125 дней. Природно-климатические условия, в целом, благоприятны для произрастания лесной растительности. Однако, резкие отклонения погодных условий в отдельные годы от средних показателей (засушливые периоды, поздние весенние и ранние осенние заморозки, низкие температуры, сильные ветра и др.) значительно сокращают период активной вегетации, отрицательно влияют на рост и развитие насаждений.

**Орографические условия**, главным образом, характеризуют геоморфологические комплексы низин, средневысотных равнин и низких возвышенностей. Западная часть представлена моренно-озёрным рельефом с сочетанием холмов и гряд с впадинами озёр, вокруг которых образовались низины. Центральная часть региона имеет холмисто-долинно-низинный рельеф. Восточная часть представляет волнисто-увалистую равнину.

**Эдафические условия** характеризуются группами типов почв в соответствии с условиями увлажнения (автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные). В преобладающем большинстве встречаются автоморфные почвы подзолистого, дерново-подзолистого и дернового типов. Под пологом хвойного леса, при промывном водном режиме, протекает подзолообразовательный процесс, который является наиболее представленным на территории региона.

**Гидрологические условия** связаны с избытком влаги в регионе. Эти природные особенности способствовали возникновению густой речной, озёрной сети и заболачиванию равнинных участков местности.

**Структура лесного фонда.** Вологодская область – одна из наиболее облесенных территорий в Европейской части Российской Федерации (69,4%). Площадь земель лесного фонда на 1 января 2015 года составляет 11474,6 тыс. га, в том числе покрытая лесом – 9846,4 тыс. га. Общий запас лесообразующих пород – 1632,4 млн. м<sup>3</sup>, в т.ч. хвойных – 836,0 млн. м<sup>3</sup> (50,7%). Наибольшую площадь (более 27%) и запас среди хвойных насаждений имеют древостои ели. Возрастная структура лесов характеризуется неравномерным распределением. Средний класс бонитета насаждений равен II,9. Общий ежегодный прирост стволовой древесины составляет 24,9 млн. м<sup>3</sup>, годовой – 2,4 м<sup>3</sup>/га, а текущий – 2,2 м<sup>3</sup>/га. Расчетная лесосека по Вологодской области составляет 29,2 млн. м<sup>3</sup>, в том числе по хвойному хозяйству – 11,01 млн. м<sup>3</sup> (Публичный доклад..., 2015).

**Краткая характеристика стационарных объектов.** В отношении территориального размещения они сосредоточены в 11 районах Вологодской области (рисунок 1).

Исследования проводились в хвойных средне- и высокополнотных, высокобонитетных насаждениях черничных и кисличных типов условий местопроизрастания с долевым участием ели в составе древостоя со стадии средневозрастности от 5 единиц и более, на вырубках до 20-25 – летней давности после лесосечных работ при наличии елового элемента леса в виде подроста или деревьев ели в согосподствующем ярусе.

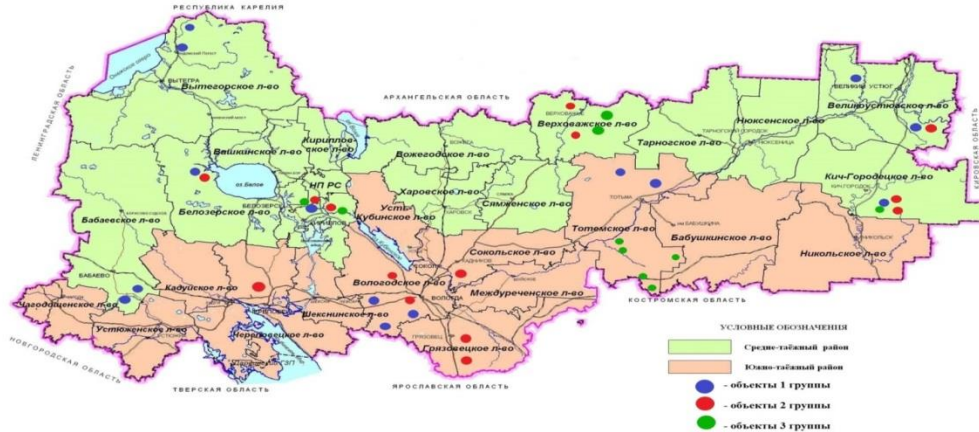


Рисунок 1 – Схема размещения стационарных объектов

По цели исследования объекты, за исключением насаждений, формирующихся на 20-25 – летних вырубках можно подразделить на 3 группы (таблица 1):

1) *Изучение особенностей строения, формирования и роста производных ельников.* На этих объектах выполнялся комплекс лесотаксационных работ, включающий: уточнение таксационной характеристики древостоя, установление фактически заготовленной древесины по сортиментам, оценку товарной структуры, изучение строения древостоя и его возрастной структуры;

Таблица 1 – Таксационные паспорта производных ельников (средние данные по ПП)

Группы (1), количество ПП (2)		Средние			Полнота		Бонитет	Запас, м <sup>3</sup> /га	
		состав древостоя	А, лет	Д, см	Н, м	м <sup>2</sup> /га			отн.
1	2								
1	16	5-8Е 1-3С 1-3Б 1-3Ос 1-2Олс	112	25,0	23,0	26,90	0,69	I-III	174-360
2	15	5-10Е 1-2С 1-3Б 1-2Ос	98	24,3	21,5	28,77	0,76	II-III	125-416
3	10	5-8Е 1-3С 1-3Б 1-3Ос	97	22,0	22,0	23,58	0,60	I-III	138-440

2) *Выявление формового разнообразия в еловых фитоценозах.* В ходе изысканий устанавливался характер строения коры и типа ветвления, осуществлялась лесоводственная оценка производительности внутривидовых форм ели;

3) *Оценка фитосанитарного состояния производных ельников.* Проведены лесочетные работы с определением класса санитарного состояния каждого дерева.

### 3 ПРОГРАММНЫЕ ВОПРОСЫ, НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЯ

В методическом плане весь комплекс исследования предусматривал поэтапное выполнение работ. В подготовительный период подбирались выдела еловой хозяйственной секции с долевым участием ели в составе древостоя 5 единиц и более с возрастом от 80 лет и старше. Объекты на вырубках 20-25 – летней давности выбирались с таким расчетом, чтобы в возобновительном процессе обязательно присутствовала ель в виде подроста или деревьев согосподствующего яруса.



В основу полевого исследования положен метод ПП (пробных площадей). Закладывали их с учётом требований ОСТ 56-69-83, методических указаний В.Н. Сукачёва и С.В. Зонна (1961). Санитарное состояние деревьев определяли на основании действующих «Правил санитарной безопасности в лесах», утвержденных Приказом Минприроды России от 24.12.2013 №613. Морфологическое описание почв производилось с учётом требований ОСТ 56-81-84 по методикам, опубликованным в работах Е.В. Аринушкиной (1962), Е.Н. Наквасиной и Е.В. Шавриной (1998). Описание напочвенного покрова, для оценки однородности лесорастительных условий, осуществлялось по методикам В.В. Алёхина (1938), Л.Г. Раменского (1937), Л.Е. Астрологовой и Г.Б. Гортинского (1980).

Для установления товарной структуры разработаны специальные полевые ведомости для учета заготовленных сортиментов. Заполняли их одновременно с проведением лесосечных работ в ходе раскряжевки хлыстов на погрузочном пункте. С каждой лесосеки отбирались пневые срезы с гипокотилем для определения возрастной структуры древостоя в количестве не менее 55 штук по ходовой линии шириной 10 или 15 м.

Для каждого объекта исследования общепринятыми в лесоводстве и таксации методами определялись показатели таксационных паспортов древостоев. При оценке фитосанитарного состояния устанавливали число деревьев каждой категории (шт. и % на ПП), число заселённых (отработанных) энтомовредителями деревьев. Категорию состояния насаждения рассчитывали как средневзвешенную величину.

Фактический материал обрабатывался методами математической статистики с использованием приложений «Microsoft Excel» и программы «Curve Expert». Камеральная обработка данных по радиальному приросту, ширине зон ранней и поздней древесины выполнялась на измерительном комплексе LINTAB-6. Качество датировки оценивалось с помощью программы COFESHA (Holmes, 1995). Стандартизация абсолютных значений проводилась в программе ARSTAN.

Сбор полевых материалов осуществлялся в течение 6 лет (2010 – 2015 гг.). Строение, формирование и рост производных ельников изучалось на 16 ПП, внутривидовой полиморфизм – на 15 ПП, фитосанитарное состояние – на 10 ПП. В ходе работ измерено более 9000 диаметров и 1000 высот. Подрост по категориям крупности и жизненному состоянию оценен на площади 3,0 га. Лесорастительные условия уточнялись на 800 учетных площадках. Характер строения коры и тип ветвления определен у 3300 деревьев ели. Класс санитарного состояния установлен для 2000 экземпляров ели. Для определения возрастной структуры древостоев отобрано 568 пневых спилов. Линейные характеристики зон ранней и поздней древесины определены по 1130 радиусам, включающим более 114000 годичных колец. Выполненный объём полевых работ, статистическая обработка данных позволили сделать научно-обоснованные и достоверные выводы.

#### **4 ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ, РОСТА И ДРЕВЕСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ ЕЛЬНИКОВ**

**Динамика структуры лесного фонда на Европейском Севере** рассмотрена в разрезе трех регионов: Архангельской, Вологодской областей и республики Коми. Для них характерен высокий процент лесистости территорий, ландшафтное разнообразие и широкий диапазон лесорастительных условий, однородность породного состава и значительные антропогенные нагрузки.

Чем южнее и доступнее лесной регион, тем раньше и интенсивнее он осваивался сплошными и условно-сплошными рубками. Распределение ельников по территории этих регионов весьма неравномерно. В Архангельской области и Республике Коми они занимают около 55% лесных земель и 60% запаса. В Вологодской области по учету в

государственном лесном фонде эти показатели в два раза ниже (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика уменьшения еловых лесов в условиях Вологодской области

Показатель	Годы учёта										2006 г. к 1961 г.,%
	1961	1966	1973	1978	1983	1988	1993	1998	2003	2006	
Площадь, тыс.га	2484	2541	2381	2218	2244	2239	2028	2200	2113	2017	-19
Запас, млн.м <sup>3</sup>	401,4	419,2	389,8	360,2	317,8	301,1	297,1	297,3	289,3	291,5	-27

Среди лесопокрытой площади (данные на 01.01.2006) более 68% занято еловыми типами леса с преобладанием черничных (38%), кисличных (17%) и долгомошных (6%) лесорастительных условий. За период 1961 – 2006 гг. в результате доминирующего освоения лесов посредством сплошных рубок и под действием пожаров произошло сокращение не только площади еловых насаждений на 19% и запаса древесины более чем на 27%, но и существенное ухудшение структуры лесного фонда.

В ходе хозяйственной деятельности, вырубались, как правило, наиболее высокопроизводительные насаждения. На их месте сформировались производные (вторичные) лиственные, лиственно-хвойные, хвойно-лиственные и хвойные насаждения. По составу древостоя последние типы насаждений (хвойно-лиственные, хвойные) нельзя относить к коренным. Основанием этому служит тот факт, что после лесовозобновительного процесса состав древостоя после рубок крайне редко восстанавливается по породному составу до исходного перед рубкой состояния.

Ухудшение структуры лесного фонда заключается в следующем:

- около 60% площади коренных еловых типов леса заняты мягколиственными породами (березой и осиной). Это является лучшим подтверждением того, что лес – ресурс возобновляемый, но истощаемый по качественным характеристикам;
- отсутствует равномерность распределения насаждений по хозяйственным группам возраста, как по их занимаемой площади (числитель), так и по запасу древесины (знаменатель): молодняки – 36% / 11%, средневозрастные – 21% / 18%, приспевающие – 9% / 13%, спелые и перестойные – 34% / 57%;
- средний запас еловых древостоев сократился со 144 м<sup>3</sup>/га до 107 м<sup>3</sup>/га, а по хозяйственным группам возраста составляет: молодняки – 40 м<sup>3</sup>/га, средневозрастные – 188 м<sup>3</sup>/га, приспевающие – 259 м<sup>3</sup>/га, спелые и перестойные – 214 м<sup>3</sup>/га.

Основой лесопользования в регионе исследования является освоение все новых и новых лесных массивов для получения дохода посредством сплошнолесосечных способов рубок. В эксплуатацию вовлекается в большей степени еловая хозяйственная секция. При этом с каждым годом из-за отсутствия уходов ухудшается качественная структура лесного фонда, а экономически доступных насаждений становится всё меньше и меньше. Возобновление вырубок с формированием хвойных и хвойно-лиственных насаждений, материалами лесоустройства оценивается в пределах 10-15%.

**Лесоводственная оценка еловых насаждений по хозяйственным группам возраста** выполнена на основе имеющихся данных по учету лесного фонда. На долю спелых и перестойных ельников приходится около 44% покрытой лесом площади. Средневозрастные насаждения занимают более 27%, молодняки – около 19% и приспевающие – менее 10%. Общий запас составляет 436,8 млн. м<sup>3</sup>: молодняки – 8%, средневозрастные – 28%, приспевающие – 16%, спелые и перестойные – 48%. Средний запас древесины достигает 157 м<sup>3</sup>/га. Средний возраст ельников составляет 74 года.

Наибольшие объемы древесины спелых (14%) и перестойных (26%) насаждений сосредоточены в Вытегорском районе. Средние запасы в этих хозяйственных группах возраста составляют, соответственно 237 м<sup>3</sup>/га и 191 м<sup>3</sup>/га.

На каждую возрастную группу оказывает влияние циклический характер климатических переменных. В связи с этим, в процессе формирования древостоев, независимо от стадий их развития, может наблюдаться уменьшение или увеличение энергии роста по сравнению к предыдущему временному промежутку, который на практике принимается за 5 или 10 лет. В целом, выполненный количественный анализ по хозяйственным группам возраста, подтвердил необходимость качественной оценки состояния еловых древостоев, которая является обязательным условием для разработки научно-обоснованных решений по ведению хозяйства в производных ельниках.

**Экологические условия формирования производных ельников.** Распространение еловых лесов, их фитоценотическая устойчивость, продуктивность и качество древесины связаны с определенными экологическими условиями. Важным показателем при оценке лесорастительных условий является степень контрастности температур, годовой ход которой в регионе находится за рассмотренный период с 1927 по 2012 гг. в пределах 25-40 °С. Максимальные значения по температурному режиму отмечались в 1939, 1955, 1969, 1978 и 1987 гг. Эта периодичность находилась в пределах 9-16 лет. Наиболее представленным являлся 9 – летний цикл.

Сумма эффективных среднемесячных температур за вегетационные периоды по годам наблюдений характеризуется циклическим характером. Минимальные значения по этим показателям зафиксированы в 1941, 1945, 1969, 1976 и 1978 гг.

На динамику температурного режима почв оказывают влияние погодные условия вегетационного периода. Данные по климатическим показателям

синхронны как по температурному режиму окружающей среды, так и по количеству выпадающих осадков. В отношении температуры окружающей среды среднееголетние показатели составляют 2,2°С, а по осадкам находятся в пределах 440 мм.

За период с 1966 года, установленные значения по гидротермическому коэффициенту Г.Т. Селянинова, практически за все рассматриваемые годы превышали 1,0. В ходе формирования ельников наиболее благоприятными в климатическом отношении были 1999 (0,97) и 2011 (0,94) год. Значительное превышение количества осадков над температурой ( $K \geq 2$ ) с разной периодичностью, от 2 до 10 лет, отмечалось за период формирования ельников на протяжении 6 лет (1976, 1978, 1987, 1993, 1998, 2004). Наиболее представленными в этом отношении были 5-6 – летний и 10 – летний циклы.

**Возобновительные процессы и формирование производных ельников на ранних стадиях их развития** исследовалось на облесившихся вырубках с давностью лесосечных работ до 20-25 лет, где в составе древостоя присутствовал подрост или деревья ели согосподствующего яруса. Возобновление связано с репродукционным процессом древостоев (семеношение, созревание семян) и абиотическими факторами (богатство почв, тепло, влага, свет и др.). По данным наших наблюдений с расстановкой семеуловителей в урожайный год рассев семян под пологом еловых древостоев достигал 32-56 кг/га. На сплошных вырубках при расстоянии 70-90 м от стен леса по направлению преобладающих ветров западного направления разнос семян фиксировался в пре-

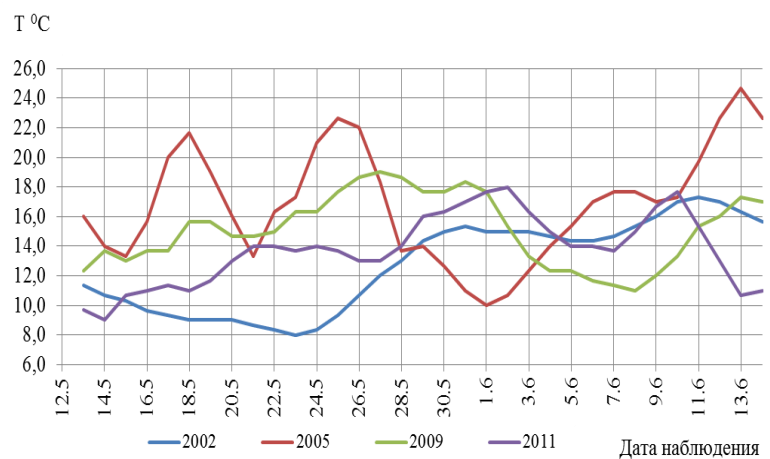


Рисунок 2 – Динамика температуры воздуха

делах 12-19 кг/га.

Об интенсивности и формировании возрастных поколений деревьев в насаждениях позволяют судить данные по возобновительным рядам. Более благоприятными в отношении пополнения древостоя были периоды с 1900 по 1920 и с 1941 по 1946 годы. В остальное время (с 1835 по 1900 гг., с 1920 по 1940 гг. и с 1947 по 1975 гг.) формировалось немногочисленное поколение.

Установлено, что возобновительные процессы на вырубках и гарях протекают неоднозначно. На вырубках с сохранением предварительного возобновления доминируют елово-лиственные, реже еловые насаждения. Для формирования таких древостоев необходим более качественный подбор лесосечного фонда для проведения сплошных рубок. Основная часть подпологового хвойного элемента леса должна иметь возраст до 50-60 лет, а высоту древесного полога – до 5-6 м. Количество тонкомерной ели, составляющей второй ярус, должно быть не менее 800-1000 экземпляров на 1 га.

На вырубках с последующим возобновлением, когда обеспеченность хвойным элементом леса (подрост и деревья второго яруса) недостаточна, формирование древостоев протекает с разным долевым участием лиственных пород. Чем меньше количество ели в виде подроста и деревьев второго яруса имеется под древесным пологом в поступающем в рубку насаждении, тем больше доленое участие нежелательных древесных пород (береза, осина, ольха, ива).

Перспективным является сохранение елового подроста в лесосечном фонде с недостаточной обеспеченностью подпологового хвойного элемента леса. Эта мера содействия позволяет формировать, лиственно-хвойные (хвойно-лиственные) насаждения при наличии в составе древостоя, поступающего в рубку, как минимум 1-2 единиц ели. Для последующего формирования ценных насаждений необходимо проведение активных мероприятий по содействию естественному возобновлению: систематические уходы по регулированию состава древостоя, в крайнем случае, создание подпологовых культур.

Сохранение подпологовой ели, независимо от её количества перед рубкой, способствует усилению лесовосстановления. Выявлено, что сохраняемый после сплошной рубки перспективный подрост, часто уходит под господствующий древесный полог. Успешность ее адаптации и жизненное состояние при наличии лиственных пород можно оценивать по радиальному приросту (рисунок 3). Деревья ели, занимающие положение относительно среднего диаметра в левосторонней и правосторонней частях древесного полога, отреагировали на изменение условий внешней среды после сплошной рубки. Величина прироста по диаметру не имеет значимых различий и составляет за 10 – летний период, соответственно 2,2 и 2,5 см.

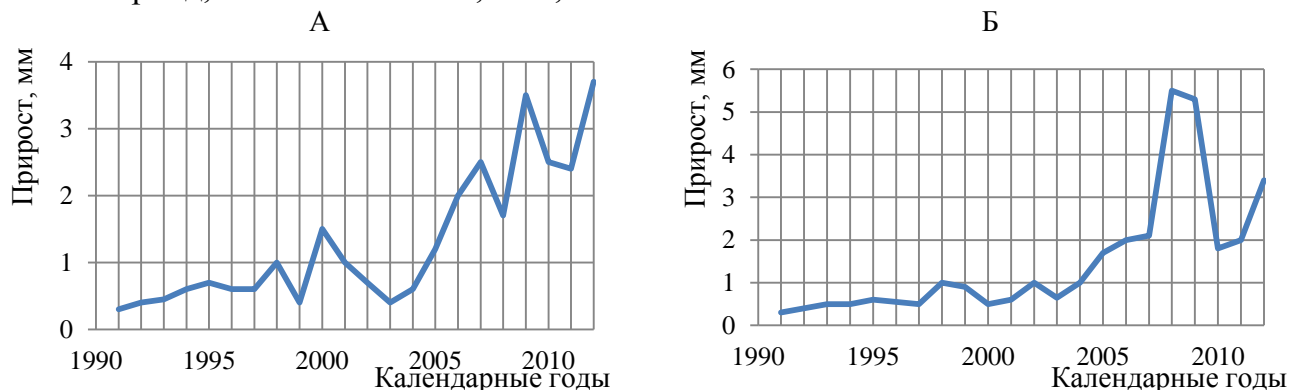


Рисунок 3 – Динамика радиального прироста ели в левосторонней (А) и правосторонней (Б) от среднего диаметра частях древостоя на 10 – летней вырубке

**Возрастная структура и строение формирующихся ельников.** Циклический характер температурного режима окружающей среды и выпадающих осадков влияет на особенности формирования и рост ельников с разнообразием типов высотно-возрастного строения древостоев. В еловых формациях, сформировавшихся после сплошных рубок и пожаров прошлых лет, выявлены насаждения с одновозрастным, условно-разновозрастным и циклично-разновозрастным строением древостоя (рисунок 4). Условно-разновозрастные ельники характеризуются средневозрастной и приспевающей стадиями развития. Изменчивость возраста деревьев достигает 26 лет.

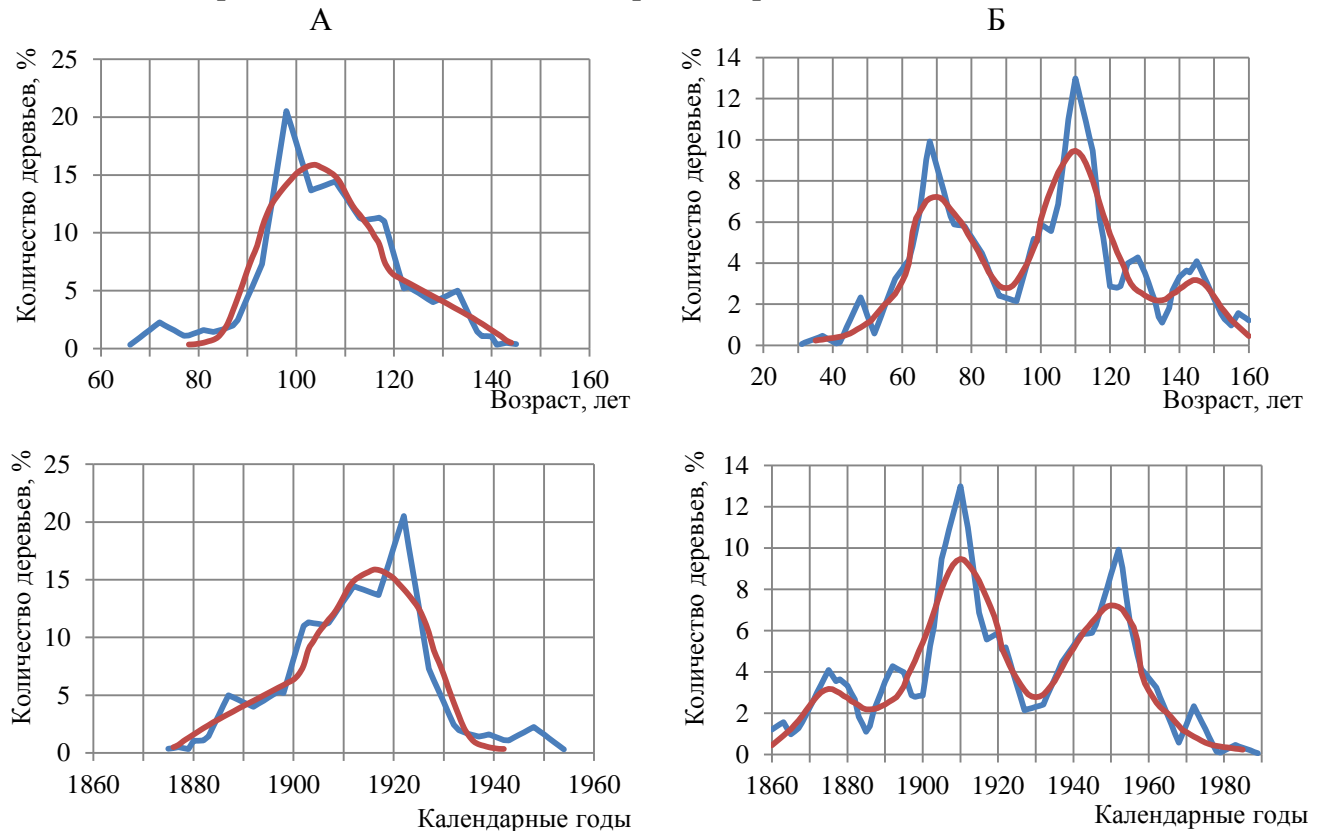


Рисунок 4 – Условно (А) – и циклично-разновозрастный (Б) типы строения древостоев

По мере усложнения действующих природных и антропогенных факторов, а также при сохранении неоднородного по возрасту подроста, происходит формирование сложных по типу возрастного строения еловых древостоев. В процессе исследования выявлены, сформировавшиеся на вырубках, еловые насаждения с циклично-разновозрастной структурой древостоя. После сплошной рубки первоначальное возобновление, образующее первое возрастное поколение (94-116 лет), было растянуто во времени, что связано с ограниченным сохранением подроста и тонкомера, а также с резкой трансформацией лесорастительных условий.

На стационаре «Великуша» (Кичменгско-Городецкий район) в строении древостоя выявлено 4 возрастных поколения. Связано это с тем, что сохраненный при сплошной рубке прошлых лет, подрост и тонкомер характеризовался сложной структурой. Возрастные поколения располагаются в интервале возрастов: 157-177 лет – I поколение, 123-147 лет – II поколение, 87-113 лет – III поколение, 53-77 лет – IV поколение.

В процессе исследования выявлено, что на формирование возрастного строения древостоев на вырубках и гарях несомненное многофакторное влияние оказывают климатические условия. В годичной динамике роста деревьев происходит чередование «сухих» и «сырых» фаз цикла. Отражаются также различия по полноте древостоя в процес-

се формирования насаждений.

На тип возрастного строения древостоев оказывает влияние сплошная рубка с предварительным или последующим возобновлением. Сохранение подроста и тонкомера ели позволяет сократить срок формирования еловых формаций. Лесосеки, ориентированные на сплошные рубки с последующим возобновлением, длительное время (до 40 лет) после лесосечных работ могут оставаться в безлесном состоянии, или переходить в покрытую лесом площадь со сменой хвойных насаждений на лиственные.

В отношении возобновительных процессов и возрастного строения весомое место занимают лесорастительные условия, которые трансформируются на вырубках. В этом плане целесообразно использовать имеющийся потенциал хвойного элемента леса под пологом насаждений посредством применения выборочных форм рубок в процессе роста и развития ельников.

При оценке пространственного размещения деревьев нами использовались материалы перечислительной таксации по ступеням толщины (таблица 3), которые сравнивались с табличными. Кроме этого, весь ряд истинных диаметров разбивался по естественным ступеням А.В. Тюрина с тем, чтобы получить репрезентативные данные для сравнительного анализа ПП, характеризующихся неоднородностью таксационных показателей по средним диаметрам.

Таблица 3 – Фрагмент строения производных ельников по ступеням толщины

Объект (1), возрастное поколение (2)		D <sub>ср.</sub> , см	Распределение деревьев по ступеням толщины (см) по типам возрастного строения древостоев													Итого
1	2		8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	
<i>Одновозрастный</i>																
«Чекшино»	-	16,0	27	31	24	13	4	1	-	-	-	-	-	-	-	100
<i>Условно-разновозрастный</i>																
«Тотьма»	-	22,8		7	18	23	26	19	7	-	-	-	-	-	-	100
	-	32,3	2	3	10	15	18	23	12	7	5	3	2	-	-	100
<i>Циклично-разновозрастный</i>																
«Норобово»	I	31,8	-	-	2	6	10	8	7	4	3	2	2	1	1	46
	II	26,9	-	3	4	9	13	10	7	4	3	1	-	-	-	54
«Великуша»	I	29,6	-	-	-	3	5	6	6	3	1	-	-	-	-	24
	II	26,7	-	-	2	3	4	6	3	1	-	-	-	-	-	19
	III	20,1	3	6	9	8	7	5	1	-	-	-	-	-	-	39
	IV	17,1	3	5	4	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	18

Размерность ряда ступеней толщины в насаждениях с одновозрастной и условно-разновозрастной структурой древостоя, сформировавшихся на месте сплошных рубок и гарей прошлых лет, несколько меньше в сравнении с табличными показателями. Наполненность ступеней толщины носит неравнозначный характер. Доля двух наиболее представленных ступеней толщины от общего количества деревьев достигает 41-49%. Такие различия, вероятно, связаны с амплитудой возраста деревьев в насаждении, достигающей 2-3 классов. В циклично-разновозрастных древостоях доля экземпляров ели в 4 и 5, 5 и 6 ступенях толщины выше, в сравнении с табличными данными.

В сравнении с коренными ельниками, производные имеют ряд отличительных особенностей. Ряды распределения по обычным и естественным ступеням толщины в этих насаждениях с меньшей амплитудой. При анализе распределения количества деревьев по естественным ступеням толщины по объектам отмечены различия в размерности ряда, включающих 10 («Норобово-1») и 4 («Норобово-2») градации.

Влияние на формирование возрастного строения древостоя оказывают: климати-

ческие условия со сменой «сухих» и «сырых» фаз цикла в радиальном приросте; особенности в многолетней динамике возобновительных рядов, характеризующиеся пиками подъёма и спада участия в формировании насаждений с разным возрастным строением; различия в полноте древостоя в процессе формирования. Таким образом, возобновительный процесс на вырубках и гарях прошлых лет протекал с формированием на ранней стадии развития до стадии средневозрастности одновозрастных, условно-разновозрастных, а далее циклично-разновозрастных, вплоть до абсолютно-разновозрастных древостоев. Выявленные особенности формирующихся производных еловых фитоценозов подтверждают природу возникновения, необходимость и обоснованность изучения, а также позволяют рассматривать их как экологический объект (биогеоценоз) со свойственными только ему характерными признаками и особенностями.

**Лесоводственно-таксационная оценка производительности внутривидовых форм ели.** На стационарных объектах по характеру строения коры зафиксировано 4 формы ели, а по типу ветвления – 3 (таблица 4). В молодняках преобладает гладкокорая форма с плоским типом ветвления (22%). В средневозрастных и приспевающих насаждениях наибольшее количество особей характеризуется чешуйчатой корой с гребенчатым типом ветвления (23% и 14% соответственно).

Таблица 4 – Древесная продуктивность внутривидовых форм ели (фрагмент)

Форма коры	Молодняки			Средневозрастные			Приспевающие			Спелые		
	средние		V, м <sup>3</sup>	Средние		V, м <sup>3</sup>	Средние		V, м <sup>3</sup>	средние		V, м <sup>3</sup>
	Д, см	Н, м		Д, см	Н, м		Д, см	Н, м		Д, см	Н, м	
Гладкая	8,8	10,7	0,038	14,1	12,0	0,103	22,0	19,9	0,431	20,4	20,8	0,294
Чешуйчатая	11,1	12,3	0,076	16,3	15,3	0,168	23,1	20,2	0,514	29,0	24,7	0,731
Пластинчатая	12,4	13,0	0,107	17,7	17,8	0,223	26,9	21,6	0,566	29,0	24,7	0,626
Продольнотрещиноватая	-	-	-	19,5	19,0	0,283	24,3	20,9	0,500	32,0	25,2	0,866

Наибольшее количество деревьев гладкокорой ели сосредоточено в III классе роста по Крафту. Менее половины входят в I и II классы. Чешуйчатокорая и пластинчатокорые формы занимают господствующее положение в древесном пологе. Продольнотрещиноватокорая ель образует верхний полог.

Спектральный анализ полученных древесно-кольцевых хронологий по внутривидовому разнообразию ели указывает, что в этих рядах содержится довольно большое количество циклов длительностью от 2 до 50 лет и амплитудой – 2,5-7,5%. Коэффициент корреляции колеблется от 0,4 до 0,6, а синхронности – до 70%.

В целом, среди выделенных форм по характеру строения коры и типу ветвления, превосходство по производительности древостоя имеют продольнотрещиноватокорые и пластинчатокорые ели с гребенчатым и щетковидными типами ветвления. Эти формы для региона являются наиболее перспективными для выращивания.

Выполненное исследование может служить в производных ельниках основой для обоснования селективного метода отбора деревьев в рубку при уходах за лесом и выполнении выборочных форм рубок. Реализация данного подхода необходима со стадии средневозрастности.

**Фитопатологическая оценка еловых насаждений.** На территории Вологодской области в среднем за год гибнет около 2100 га лесных насаждений. Выявлено, что основными причинами являются неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы (65%), поражения энтомо- (18%) и фитовредителями (11%), лесные пожары (4%), антропогенные воздействия (2%).

Для оценки фитосанитарного состояния производных ельников (таблица 5), подвергшихся воздействию негативных климатических и антропогенных факторов заложено

но 10 ПП. Обследованные лесные участки относятся к эксплуатационным лесам и за исключением 3 ПП, пройдены ветровалом 2010 года. Около 50% деревьев ели отнесены к категории сильно ослабленных и усыхающих. На момент обследования санитарные категории Va и Vб составляют 26% от общего запаса древостоя.

Таблица 5 – Санитарная оценка поврежденных ельников (фрагмент)

№ п/п	Коэффициент	Элемент леса	Распределение деревьев по категориям жизненного состояния, % от запаса										Подлежащие рубке, %	
			без признаков ослабления	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухой	старый сухой	свежий ветровал	старый ветровал	свежий бурелом	старый бурелом	по числу стволов	по запасу
под влиянием неблагоприятных климатических факторов														
Среднее	6	Е	-	5±2	28±4	25±5	6±1	20±5	1±1	14±4	-	1±1	76±2	67±14
	2	С	18±13	10±4	30±7	27±12	-	12±5	-	2±1	-	-	50±8	42±10
	2	Б	3±2	30±5	20±3	30±6	4±2	5±2	3±1	3±1	-	2±1	47±9	46±6
	+	Ос	15±14	7±4	17±14	46±13	3±2	3±2	1±1	7±4	-	2±1	62±17	62±17
без негативного воздействия климатических факторов														
Среднее	7	Е	47±1	32±2	13±2	4±1	1±1	2±1	1±1	-	-	-	21±8	7±1
	1	Б	21±11	50±5	22±9	2±2	-	3±2	-	2±2	-	-	9±5	6±3
	1	Ос	88±12	9±9	3±3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	С	51±24	38±14	8±8	-	3±3	-	-	-	-	-	5±4	3±2

Большая часть осины (46% от запаса) отнесена к категории усыхающих. Ослабление ее жизненного состояния происходит вследствие заражения ложным осиновым трутовиком. Пораженные деревья подвергаются бурелому.

В ходе обработки полевого материала выявлена достаточно высокая прямая связь по влиянию осины на количественные показатели деревьев ели, подверженных охлестыванию ( $r = 0,96$ ), поражению еловой и корневой губкой. В целом, лесопатологическая ситуация в регионе остается стабильной.

**Товарная структура древостоев** оценена в ходе подеревной сортировки. Для количественной оценки полученные данные с различных районов Вологодской области усреднены и сопоставлены с табличными значениями (рисунок 5).

Доля ликвидной древесины, как по результатам исследования, так и по применяемым на территории региона товарным таблицам, практически одинакова и составляет 89%. Представленность в общей структуре крупных деловых сортиментов составила 36%, что выше на 6-9% в сравнении с товарными таблицами. В целом, по результатам обработки фактических данных, варьирование древесины по категориям крупности находится в пределах 10%.

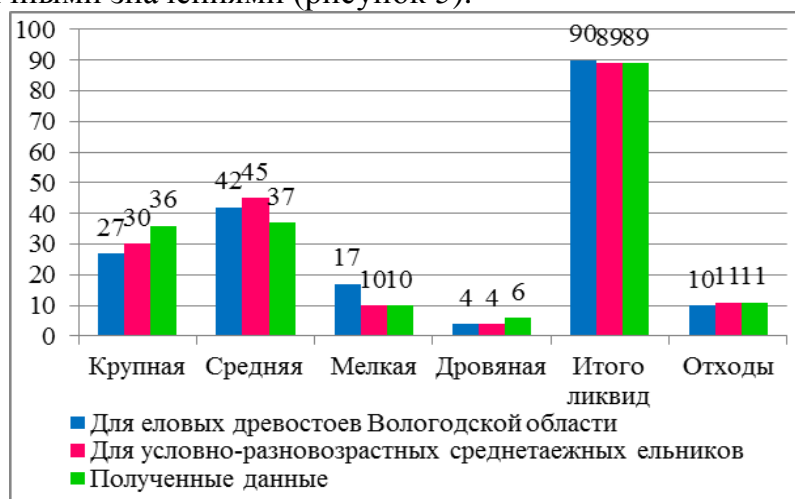


Рисунок 5 – Товарная структура ельников

Доля качественных сортиментов составила от 81% до 86% от общего объема заготовленной древесины. Более 85% из учтенных сортиментов с пороками, имеют гниль, распространяющуюся по стволу, на высоту до 6 м. Суковатость стволов с диаметром су-



чев у основания от 3 см и более, фиксировалась только на первом от комля сортименте. Согласно ГОСТ 9462-88, такие сортименты относятся ко второму сорту.

Указанные расхождения неминуемо ведут к некорректному составлению материально-денежной оценки лесосек. Для получения объективных материалов таксации, необходимо составление местных товарных таблиц для производных ельников.

**Особенности роста и развития производных ельников.** Для стационарных объектов, расположенных на территории средней тайги, среднегодовые приросты ели по диаметру колеблются в пределах от 0,13 см/год до 0,21 см/год, а южной – от 0,23 см/год до 0,45 см/год. Более высокой энергией роста характеризуются ельники южно-таежного района, произрастающие в кисличных лесорастительных условиях.

На начальной стадии развития (до 40 лет) прирост ели по диаметру составляет 0,26 см/год, что является минимальным в сравнении с другими возрастными этапами. С 81 года до 100 лет зафиксировано снижение темпов роста на 12%, которое сохраняется и при достижении возраста 140 лет, что связано с отсутствием уходов и нарастанием внутривидовой и межвидовой конкуренции. Сравнивая величину среднегодового прироста по диаметру у трех групп насаждений, классифицированных по типу возрастного строения можно отметить, что максимальные значения (0,34 см/год) определены для ельников, развивающихся по циклично-разновозрастному типу с двумя возрастными поколениями деревьев.

Для изучения пространственно-временной динамики лесных экосистем, реконструкции факторов внешней среды, определения доли влияния их на радиальный прирост древесных пород пользуются методами дендрохронологии. Выполненный анализ позволил установить, что у 13% сравниваемых древесно-кольцевых хронологий отмечается отсутствие связи, у 21% – связь низкая, а у 66% – средняя (рисунок 6).

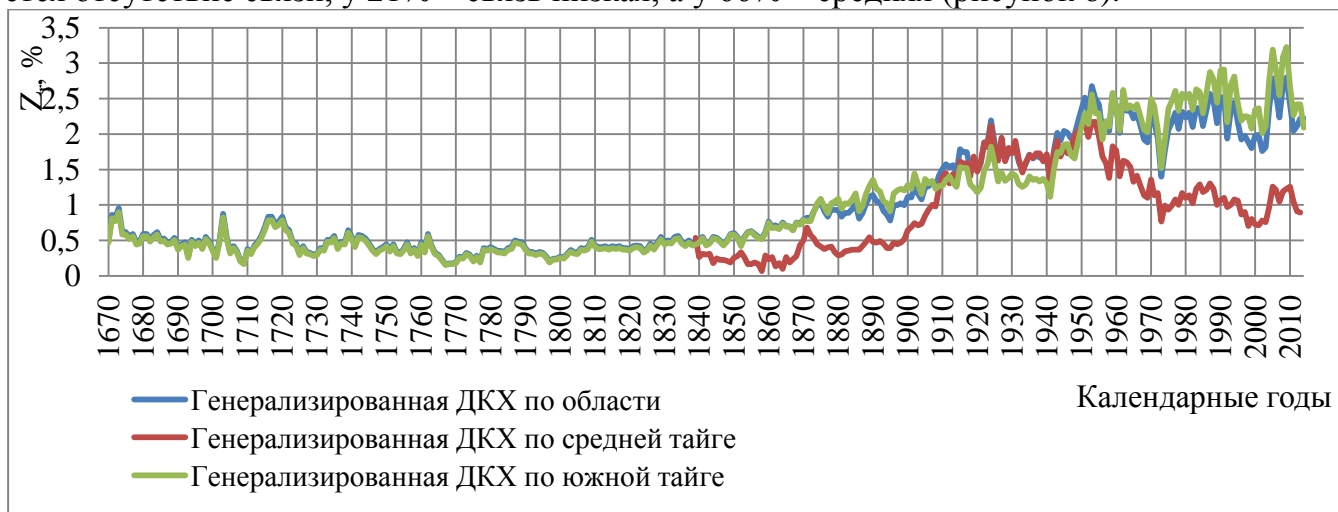


Рисунок 6 – Генерализированные древесные хронологии

Полученные данные о чувствительности и синхронности радиального прироста, показали, что ель обладает схожей отзывчивостью на изменчивость внешних факторов. Достаточно высокая синхронность в изменчивости прироста деревьев сохраняется при расстоянии между ними более 200 км, а амплитуда изменчивости ширины годичных колец связана с лесорастительными условиями.

Анализируя объединенный древесно-кольцевой ряд по региону в целом, можно отметить годы, в которые определены абсолютные минимумы радиального прироста по диаметру у ели: 1670; 1693; 1741; 1824; 1914; 1933; 1941; 1961; 1973; 1992; 2007 и абсолютные максимумы: 1673; 1703; 1739; 1762; 1809; 1924; 1953; 1959; 1987; 2005; 2009.

Деревья, аккумулируя и перераспределяя питательные вещества, формируют в неблагоприятный для роста год все же сравнительно широкие годовые кольца. В тоже время снижение прироста может происходить в следующие один - два вегетационных периода.

Значительное влияние на ростовые процессы ели оказывает сумма эффективных температур более 5 °С (коэффициент корреляции при прямой зависимости составляет 0,57). Высокая теснота связи, описываемая прямой функцией, отмечается при влиянии таких переменных, как среднее количество и сумма осадков за год ( $r=0,69$ ), сумма осадков за гидрологический год (0,66).

Таким образом, можно заключить, что влага вносит больший вклад в формирование ширины годовых слоев древесины, чем температура окружающей среды. При этом большее значение для величины радиального прироста имеют осадки за гидрологический год. Слабая теснота связи между величиной прироста и температурными переменными указывает на высокую зимостойкость ели.

**Качественная оценка древесного сырья.** Интерпретация экспериментального материала осуществлялась по стадиям онтогенеза древостоев ели (таблица 6) и в разрезе типов возрастного строения. Средняя ширина годового кольца к возрасту спелости имеет тенденцию к увеличению. Минимальное значение (0,05 см) определено для ели на ювенильной стадии роста и развития, а максимальное (0,32 см) – на сенильной. По всем объектам исследования до достижения деревьями ели возраста 100 лет происходит интенсивное накопление биомассы.

Таблица 6 – Количественные показатели макроструктуры древесины ели (фрагмент)

Стадии онтогенеза древостоя	M±m	P, %	T	C, %	Min	Max	t <sub>st</sub>
Средняя ширина годового кольца, см							
Ювенильная	0,13±0,02	11,34	8,82	35,85	0,05	0,20	2,20
I – ая подростная	0,16±0,02	13,80	7,25	43,63	0,07	0,30	2,20
II – ая подростная	0,16±0,02	14,02	7,13	44,33	0,08	0,30	2,20
Сенильная (спелые)	0,14±0,02	17,02	5,87	53,83	0,07	0,32	2,20
Сенильная (перестойные)	0,08±0,01	15,67	6,38	27,15	0,06	0,10	3,20
Содержание поздней древесины, %							
Ювенильная	30,6±1,7	5,63	17,76	17,80	22,6	39,9	2,20
I – ая подростная	29,2±1,7	5,72	17,48	18,09	21,5	36,4	2,20
II – ая подростная	30,8±1,3	4,06	24,64	12,84	23,1	35,1	2,20
Сенильная (спелые)	30,3±1,4	4,67	21,39	14,78	20,4	36,1	2,20
Сенильная (перестойные)	33,9±1,4	4,17	23,96	7,23	31,1	35,8	3,20

Количество годовых слоев в 1 см в возрастном интервале до 40 лет на 16% выше, чем в возрасте от 41 до 80 лет (10 шт.). На следующей стадии роста и развития ельников их количество увеличивается и достигает максимума (21 шт.) на сенильной стадии онтогенеза древостоя. Резкое увеличение значений по этому показателю (почти на 40%) наблюдается в возрастном диапазоне от 120 до 140 лет.

В молодняках среднее значение по содержанию поздней древесины составляет 30,6%, что на 4% выше, чем в возрасте от 41 до 80 лет. Со 120 лет снижается прирост по диаметру, а доля поздней древесины со 141 года повышается до 34%.

В циклично-разновозрастных и условно-разновозрастных древостоях показатели средней ширины годового кольца и количества слоев в 1 см практически одинаковы. Более высокие значения установлены для ели II поколения – 0,19 см.

В целом, лучшими условиями для роста и развития ельников, независимо от стадий онтогенеза, являются кислые типы условий местообитания. Однако во влажных лесорастительных условиях (ельники черничные влажные) качественные ха-

рактические характеристики древесного сырья выше. Лучшими показателями по росту и развитию обладают простые одновозрастные и одноярусные древостои. Однако в этих случаях формируется древесина более низкого качества.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы по работе, исходя из задач исследования, сводятся к следующему:

1. Доля хвойных насаждений уменьшается в разной пропорции по районам области, главным образом, вследствие хозяйственной деятельности человека и стихийных явлений. Девственные леса, за исключением торфяных почв, сохранились на ограниченных территориях с минеральными почвами. Основную долю в лесном фонде составляют фитоценозы пирогенного происхождения, которые сосредоточены, преимущественно, в богатых лесорастительных условиях.
2. На месте коренных насаждений сформировались вторичные лиственные, лиственно-хвойные, хвойно-лиственные и хвойные фитоценозы. По своей сути последние виды (хвойные, хвойно-лиственные) нельзя относить к коренным, ибо в них после сплошных рубок долевое участие хвойных пород в составе древостоя снижается, не достигая прежней до рубки доли.
3. За период с 1961 по 2006 гг. в результате доминирующего освоения лесов посредством сплошных рубок и под действием пожаров прошлых лет произошло сокращение не только площади еловых насаждений на 19% и запаса древесины более чем на 27%, но и существенное ухудшение структуры лесного фонда.
4. Исходя из динамики структуры лесного фонда, смена коренных ельников на лиственные формации произошла на 60% их площади. Производительность древостоев постоянно снижается, ухудшается равномерность распределения насаждений по хозяйственным группам возраста и многие другие таксационные показатели.
5. В насаждениях, сформировавшихся на месте вырубок и гарей, отмечается более длительный период в достижении максимальных величин прироста в высоту, по диаметру и объему в старших возрастных поколениях, что объясняется их формированием из сохраняемого подроста или тонкомера хвойных пород.
6. Среди выделенных форм по характеру строения коры и типу ветвления, превосходство по производительности имеют продольнотрещиноватокорые и пластинчатокорые формы с гребенчатым и щетковидными типами ветвления.
7. Заражению энтомо- и фитовредителями в регионе подвержены только ослабленные, нарушенные вследствие антропогенных нагрузок фитоценозы, что требует проведения постоянного лесопатологического мониторинга.
8. При оценке качества древесины в общей ее структуре представительство крупных сортиментов составило 36%, что в сравнении с товарными таблицами выше на 6-9%. Доля средней и мелкой деловой древесины на исследуемых объектах ниже на 5-8%. Количество дровяной древесины составило 6%, что выше табличных данных на 2%. По объемам фактически заготовленной древесины, варьирование участия ликвидной ели по категориям крупности находится в пределах 10%.
9. Лучшими условиями для роста и развития ели, независимо от стадий онтогенеза, являются кисличные типы условий местопроизрастания. Однако качественные характеристики древесного сырья во влажных лесорастительных условиях (ельники черничные влажные) выше. Исходя из возрастного строения насаждений, лучшими показателями по росту и развитию обладают простые одновозрастные и одноярусные древостои, но при этом формируется древесина более низкого качества. В более сложных по вертикальной и горизонтальной структуре насаждениях, за счет биотических факторов (внут-

ривидовая и межвидовая конкуренция) формируются древостои с более высокими характеристиками не только по качеству древесины, но и по устойчивости к неблагоприятным климатическим факторам.

10. При анализе роста древостоя с использованием методов дендрохронологии выявлено, что наибольшее влияние на величину радиального прироста оказывают осадки за гидрологический год. Увеличение их количества, в большинстве своём, приводит к уменьшению размерных характеристик. Этим подтверждается факт влияния суммы осадков на занимаемый елью европейской ареал, который ограничивается нижним пределом 350 мм в год, а верхним – 1600 мм. Слабая теснота связи между величиной прироста и температурными показателями указывает на высокую зимостойкость ели.

**Рекомендации** по интенсификации лесохозяйственной деятельности, стабилизации и улучшению структуры лесного фонда сводятся к следующему.

1. Востребован отбор и выделение эталонных участков еловых лесов в различных лесорастительных условиях для дальнейшего мониторинга по изучению естественных процессов развития нетронутых и пройденных сплошными рубками насаждений, результаты которых могут быть положены в основу безопасных научно-обоснованных форм ведения лесного хозяйства как в коренных, так и в производных ельниках.

2. При лесоустройстве и актуализации лесоводственно-таксационных паспортов в ходе отвода и таксации лесосек необходимо предусмотреть выделение в древостоях возрастных поколений деревьев, что послужит основанием для научно-обоснованного назначения лесохозяйственных мероприятий.

3. Для повышения производительности ельников, улучшения их фитосанитарного состояния, снижения накопления к возрасту рубки низкотоварной древесины, пораженной корневой и еловой губкой, необходимо предусматривать выполнение лесохозяйственных уходов в возрасте 40-60 лет. В ходе их проведения средние таксационные показатели по высоте и диаметрам ели должны повышаться или, как минимум, оставаться на том же уровне. По другим лесообразующим породам должен реализовываться комбинированный или верховой метод отбора деревьев в рубку.

4. В ходе лесосечных работ по сплошным и выборочным формам рубок не допускать оставление фаутной осины на корню без мер хозяйственного воздействия, заключающихся в подсушке механическим или химическим способами. Предлагаемые мероприятия позволят не только снизить вегетативную способность осины, но и улучшат фитосанитарное состояние ели при лесовыращивании.

## ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в изданиях по перечню ВАК РФ

1. **Макаров, Ю.И.** Внутривидовой и возрастной полиморфизм ели европейской (*Picea abies* (L) karst) в условиях Вологодской области /Ю.И. Макаров, Ф.Н. Дружинин //Лесотехнический журнал. – №4 (12). – Воронеж: ВГЛТА, 2013– С.24-32

2. **Макаров, Ю.И.** Обоснование комбинированного метода отбора деревьев в рубку /Ф.Н. Дружинин, **Ю.И. Макаров** //Аграрный научный журнал. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2015. – С.21-25

### Публикации в других изданиях

3. **Макаров, Ю.И.** Особенности роста и формирования наземной фитомассы подпологовой ели после сплошной рубки листовного полога /Ф.Н. Дружинин, **Ю.И. Макаров** //Повышение продуктивности, рациональное использование и охрана земель лесного фонда: Труды СПбНИИЛХ. – Вып. 2(25). – СПб: СПбНИИЛХ, 2011. – С.220-226

4. **Макаров, Ю.И.** Флора национального парка «Русский Север» /Ю.И. Макаров

//Экологические исследования в национальном парке «Русский Север»: Сборник научных трудов, посвящённый научно-практической студенческой конференции – Вологда-Молочное, 2011. – С.39-41

5. **Макаров, Ю.И.** Строение и производительность ельников /Ф.Н. Дружинин, **Ю.И. Макаров** //Материалы международной научно-технической конференции: Актуальные проблемы развития лесного комплекса. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – С.29-31

6. **Макаров, Ю.И.** Еловые леса в структуре лесного фонда Вологодской области /Ф.Н. Дружинин, **Ю.И. Макаров** //Материалы международной научно-технической конференции: Актуальные проблемы развития лесного комплекса. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – С.20-22

7. **Макаров, Ю.И.** Особенности строения и производительности ельников в Кичменгско-Городецком районе Вологодской области /Н.А. Дружинин, Ф.Н. Дружинин, **Ю.И. Макаров** //Материалы международной научно-технической конференции: Актуальные проблемы развития лесного комплекса. – Вологда: ВоГТУ, 2014. – С.10-12