

На правах рукописи



Ермаков Сергей Анатольевич

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА
КУЛЬТУР ЕЛИ НА РАЗНЫХ ТИПАХ ПОЧВ
В УСЛОВИЯХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Санкт-Петербург – 2019

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования “Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова”

Научный руководитель Смирнов Александр Петрович,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: Корчагов Сергей Анатольевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО “Вологодская государственная молочно-
хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина”,
кафедра лесного хозяйства, профессор

Пеккоев Алексей Николаевич,
кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБУН
Федеральный исследовательский Центр “Карельский
научный центр РАН”, лаборатория динамики и
продуктивности таежных лесов, заведующий
лабораторией

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет
имени М. В. Ломоносова»

Защита состоится “25” декабря 2019 года в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 212.220.02 на базе ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова” по адресу: 194021 г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, литер У, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова и на сайте <http://spbftu.ru/dissertatsionnye-sovety-po-spetsialnostyam/d-212-220-02/zashhity-dissertatsij/>

Автореферат разослан “ “ октября 2019 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д. с.-х. н, профессор



Жигунов Анатолий Васильевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Леса играют важную биосферную роль, являются источником древесины. Совершенствование способов восстановления лесов и повышение качества древесины являются приоритетными задачами процесса воспроизводства древесных ресурсов, что отражено в Лесном кодексе РФ и в Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года.

Ель в нашей стране является одной из основных лесообразующих пород, поэтому традиционно многие авторы проявляли интерес к росту древостоев ели, как естественных, так и созданных посадкой лесных культур и созданием плантаций.

Для условий Калининградской области отсутствуют работы, направленные на сравнение таксационных характеристик высокопродуктивных еловых культур, созданных на минеральных и осушаемых торфяно-болотных почвах. Отсутствуют сравнительные данные по радиальному приросту в связи с эдафическими и погодными факторами, доле поздней древесины, базисной плотности, по форме и полндревесности стволов ели, толщине и объему коры, протяженности кроны в различных условиях роста.

Степень разработанности темы исследования Познание специфики роста культур хозяйственно ценных пород в различных условиях местопроизрастания позволяет решать сложные задачи воспроизводства хвойных лесов наиболее эффективно и с наименьшими денежными и трудовыми затратами. На сегодняшний день особенности роста и развития культур ели европейской в условиях Калининградской области изучены не полностью. Прежде всего, недостаточно внимания уделено изучению радиального прироста высокопродуктивных культур ели, исследованию плотности древесины и формы ствола в различных экологических условиях среды.

Следовательно, данная проблема заслуживает повышенного внимания и нуждается в дальнейшем исследовании.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – оценка влияния эдафических условий на особенности роста высокопродуктивных культур ели, плотность древесины и форму ствола в условиях Калининградской области. При этом решались следующие задачи:

1. Подробно изучить и обобщить опыт лесоводственной оценки лесных культур ели в Калининградской области.
2. Исследовать особенности радиального прироста культур по высоте ствола в связи с почвенными условиями и метеорологическими факторами.
3. Определить плотность древесины культур ели на минеральных и торфяных почвах, выявить связь плотности с шириной годичных слоев и долей поздней древесины.
4. Выявить особенности формы и полндревесности стволов ели в различных почвенных условиях.
5. Определить толщину и объем коры, протяженность кроны культур ели на минеральных и осушаемых торфяных почвах.
6. Разработать практические рекомендации по выращиванию высокопродуктивных еловых культур на основании выявленных закономерностей.

Научная новизна:

1. Впервые для условий Калининградской области исследованы особенности радиального прироста культур ели в связи с эдафическими условиями и метеорологическими факторами.

2. Выявлены различия в плотности древесины культур ели на минеральных и торфяных осушаемых почвах.

3. Установлены особенности формы и полнодревесности стволов ели в различных почвенных условиях.

4. Определены различия в толщине и объеме коры, протяженности кроны культур ели на минеральных и осушаемых торфяных почвах.

Теоретическая значимость работы.

1. Исследованы особенности радиального прироста культур ели в связи с эдафическими условиями и метеорологическими факторами.

2. Изучена плотность древесины культур ели, созданных на различных почвах.

3. Выявлены особенности формы и полнодревесности стволов еловых культур в различных почвенных условиях.

Практическая значимость работы. Результатом работы являются рекомендации по подбору почв для выращивания высокопродуктивных еловых культур (I-Ia классы бонитета) в Калининградской области. Материалы исследований и выявленные на их основе закономерности могут быть использованы для решения таких задач, как сокращение сроков целевого выращивания культур ели с высоким качеством древесины на пиловочник, стройлес и балансы, и создание плантационных культур ели.

Методология и методы исследования. Методология базировалась на системном подходе к изучению природных объектов. Участки лесных культур рассматривались как открытые и динамические биологические системы. Достаточная повторность наблюдений по единым методикам обеспечила достоверность полученных данных.

Для сбора полевых данных использованы общепринятые методики, применяемые:

- для описания морфологических характеристик почвенных горизонтов и названия почв (по российской и международной классификациям);
- для определения таксационных характеристик древостоев ели;
- для изучения радиального прироста по высоте ствола;
- для определения базисной плотности древесины еловых культур;
- для определения полнодревесности ствола и его формы, толщины и объема коры, а также протяженности живой кроны дерева.

При обработке полученного материала использованы приложения Microsoft Excel и пакет прикладных программ STATGRAPHICS Plus 5.0.

Полученные результаты сравнивались с материалами исследований, проведенных ранее по данной тематике. В большинстве случаев полученные нами выводы подтверждают выводы других исследователей, но имеются и несовпадения.

Положения, выносимые на защиту:

а) синхронность динамики радиального прироста культур ели на минеральных и осушаемых торфяных почвах под влиянием погодных условий;

б) повышенная плотность древесины высокопродуктивных еловых культур на осушаемых переходных торфяно-болотных почвах по сравнению с культурами на минеральных почвах;

в) лучшая форма и меньшая сбежистость ствола в культурах ели на торфяниках в нижней, наиболее ценной его части (высотой до 5-6 м) по сравнению с высокопродуктивными культурами на минеральных почвах.

г) повышенная протяженность живой части крон ели на осушаемых торфяных почвах.

Степень достоверности результатов подтверждается большим объемом полевого материала, обработанного современными методами. Использовались общепринятые таксационные и лесоводственные методы исследований. Полученный материал обрабатывался методами математической статистики. Основные результаты исследований получили статистически достоверную оценку на 95%-ном уровне.

Апробация результатов. Исследования проводились в рамках НИР кафедры лесоводства Института леса и природопользования СПб ГЛТУ. Результаты работ представлены в двух статьях, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень ВАК, в межвузовском сборнике научных трудов в Калининградском государственном технологическом университете в 2015 г., в материалах Международной научно-практической конференции в Новочеркасском инженерно-мелиоративном институте ДГАУ, в материалах международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию основания Кировской лугоболотной опытной станции в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в 2018 г., в материалах VI международного симпозиума имени Б.Н. Уголева в Красноярске в 2018г.

Личный вклад автора. Лично автором сформулирована научная проблема, разработана программа, уточнена методика исследований, осуществлен сбор полевого материала, выполнена статистическая обработка, анализ и обобщение эмпирического материала.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, Заключение, Практических рекомендаций, списка литературы, включающего 175 наименований. Текст диссертации изложен на 129 страницах, включает 27 таблиц и 12 рисунков.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Прирост леса, плотность древесины, форма древесного ствола и другие его показатели в различных условиях роста постоянно привлекают внимание исследователей.

Прирост ели по диаметру и его зависимость от разных факторов изучали Т.Н. Вишнякова (1955), В.И. Пчелин (1961, 1990), М.Л. Дворецкий (1964), В.В. Антанайтис, В.В. Загребев (1969, 1981), И.И. Гусев (1970), Т.Т. Битвинскас (1974), П.А. Феклистов (1977), И.В. Бочаров (1979), Е.А. Ваганов с соавт. (1996), В. Балодэ с соавт.(2004), А.А. Смирнов (2004), Н.И. Федоров (2004), Е.Н. Наквасина, Н.С. Минин (2007), О.В. Пронина (2008), Л.Л. Леонтьев, М.А. Николаева (2009), С.А. Корчагов (2010), В.В. Сарнацкий (2012), Н.А. Дёмина, Е.Н. Наквасина (2013), Д.А. Данилов (2016), Е.В. Матюшевская (2017), Д.А. Зайцев (2018), и др.

Связь ширины годичного кольца с лесорастительными и погодными условиями рассмотрена в работах Т.Т. Битвинскаса (1965), П.А. Феклистова (1977), Е.А. Ваганова, С.Г. Шиятова, В.С. Мазепы А.А. (1996), А. Н. Золотокрылина с соавт. (2007), В.Н. Киселева с соавт. (2010), Н. В. Ловелиуса, С. В. Лежневой (2013), В.В. Мацковского (2013), Д.А. Данилова (2016) и др.

Исследованию базисной плотности древесины посвящены классические работы О.И. Полубояринова (1976, 1974, 1981, 2000). Плотностью занимались также В.И. Пчелин (1961), финские исследователи (Хаккила, 1975, 1979), А.П. Смирнов, Г.А. Пазухина (2003), В. Балодэ с соавт. (2004), Е.С. Мельников, А.А. Смирнов (2006), О.В. Пронина (2008), Л.Л. Леонтьев, М.А. Николаева (2009), С.А. Корчагов (2010, 2016), Д.А. Данилов (2011, 2016), Д.А. Зайцев (2018) и др.

Форму древесного ствола и его полнодревесность изучали Н.В. Третьяков (1927), М.Е. Ткаченко (1952), В.К. Захаров (1955), М.Л. Дворецкий, Мамаев (1965), А.А. Молчанов, В.В. Смирнов (1967), И.И. Гусев (1970), Н.П. Анучин (1982), Г.Б. Кофман (1986), В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина (2001), А.А. Вайс (2011), С.В. Третьяков (2011) и др. За рубежом в этом направлении, в основном в конце XIX и первой половине XX века, работали Шваппах, Жаккард, Кунце, Бауэр, Шиффель, Гогенадль, Кренн, Продан, Диттмар и др.

Толщина и объем коры деревьев рассмотрены в работах В.В. Антанайтиса, В.В. Загреева (1969, 1981) И.И. Гусева (1970), М.М. Цывина (1973), В.Ф. Лебкова и Н.Ф. Каплиной (2001, 2004), А.А. Смирнова (2007), А.А. Вайса (2015) и др. Влиянию кроны дерева на формирование древесины и ее качества уделено внимание в исследованиях Н.Л. Леонтьева с соавт. (1975), О.И. Полубояринова (1976, 2000), В. Ф. Лебкова, Н. Ф. Каплиной (2001, 2004), В.И. Мелехова, Н.А. Бабича, С.А. Корчагова (2005), С.А. Корчагова (2010), и др.

Для региона Кенигсберга-Калининграда с его специфическими природно-климатическими условиями практически отсутствуют работы по изучению высокобонитетных еловых культур, созданных как в довоенное, так и послевоенное время на минеральных и на осушаемых торфяно-болотных почвах. В первую очередь это относится к важнейшему показателю качества древесины – ее плотности, а также к форме и полнодревесности стволов. Отсутствуют сравнительные данные по радиальному приросту, доле поздней древесины, протяженности крон и бессучковой части в различных условиях роста.

Восполнить этот пробел и является задачей нашей диссертационной работы.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе приводится характеристика природных условий Калининградской области: особенности рельефа, климата, почвообразующих пород и почв, растительности. Леса Калининградской области относятся к подзоне хвойно-широколиственных лесов (с липой и дубом). Состав лесов в области разнообразен. Преобладает береза – 24% от общей площади лесов. Распространены также хвойные породы, из которых ель занимает 19,3%, сосна – 18,8%.

Территории, занятые ныне лесом в Калининградской области, в прошлом часто представляли собой болотистые и периодически заболачиваемые участки,

часть из них находится ниже уровня моря (пolderные земли). Поэтому эффективным и необходимым мероприятием, обеспечивающим устойчивое ведение лесного хозяйства и выращивание высокопродуктивных древостоев, является гидротехническая мелиорация земель.

Вплотную осушением земель в Восточной Пруссии, с устройством каналов, строительством дамб и других гидротехнических сооружений, стали заниматься в конце XVIII века. Большая часть таких территорий, осушенных густой сетью открытых каналов, была защищена от подтопления водами Залива насыпными дамбами. Вода откачивалась с помощью насосных станций.

В настоящее время почти повсеместно осушительные сети вышли из строя, большинство насосных станций не работает. Гидротехнические сооружения требуют срочного восстановления.

Программа исследований включала следующие вопросы:

1. Влияние эдафических условий на величину прироста средневозрастных культур ели по радиусу ствола и связь ширины годичного кольца на высоте 1,3 м с погодными условиями отдельных лет.

2. Плотность древесины ели на осушаемых торфяниках и на минеральных почвах.

3. Сравнение формы и полндревесности стволов высокопродуктивных культур ели на осушаемых торфяниках и на минеральных почвах.

4. Сравнение толщины и объема коры, протяженности кроны ели.

Объектами исследований являются участки средневозрастных культур ели в Полесском лесничестве, созданных посадкой в довоенное, военное и послевоенное время. Возраст культур колеблется от 48 до 74 лет (табл. 1). Класс бонитета культур высокий: I, Ia, Ib. Рубки ухода в культурах не проводились, поэтому в составе древостоев на всех участках присутствует береза (от “плюс” до 5 единиц); на ПП 1 – черная ольха, на ПП 7 – дуб.

Методика исследований. Следуя подходу М.М. Елпатьевского (Елпатьевский, 1963), изучавшего здесь культуры на осушаемых торфяниках и (для сравнения) на богатых минеральных почвах, пробные площади (ПП) заложены в 2008 г. как в культурах на торфяниках, так и на минеральных почвах. ПП 1 и 2 заложены в культурах на естественно дренированных богатых суглинистых почвах, ПП 3-6 – на осушаемых переходных торфяниках, ПП 7 – на осушаемом низинном торфянике (табл. 1). Размер пробных площадей 0,32-0,4 га, для достижения количества средневозрастных деревьев ели на ПП не менее 200-300 экземпляров.

На каждой из пробных площадей закладывались почвенные прикопки глубиной до 70 см, с описанием почвенных горизонтов, и проводилось описание живого напочвенного покрова. Морфологическое описание горизонтов почв пробных площадей и названия почв даны по О.Г. Чертову (1981) и Международной классификации почв WRB (2017).

Таксация древостоев на ПП проводилась по стандартным методикам для пробных площадей (Моисеев, 1971; Никифорчин, Ветров, Вавилов, 2011). Запасы вычислялись по таблицам объемов стволов по разрядам высот. Точность определения запасов $\pm 3\%$.

Таблица 1 – Таксационная характеристика лесных культур ели, созданных на минеральных и осушаемых торфяных почвах в Полесском лесничестве Калининградской области

Номер пробной площади, название почвы	Возраст, лет (год посадки)	Состав	Густота, дер./га	Средние		Полнота		Запас, <u>об- щий</u> по ели, м ³ /га	Класс б-та Тип леса
				H, м	D, см	м ² /га	отн.		
1. Модермуллевая (Mull-Moder Retisol), контроль	49 (1959)	7Е2Олч1Б +Ос	1076	23,3	19,7	33,4	0,83	<u>367</u> 257	Ia Е-кисл.
2. Муллевая, (Mul Retisol)	48 (1960)	10Е+Яс+ Б	688	25,7	25,0	32,4	0,77	<u>416</u> 416	Iб Е-дубр.-тр.
3. Перегнойно-торфянистая (Hydromor Gleysol)	48 (1960)	9Е1Б	1071	19,2	20,1	34,5	0,97	<u>322</u> 290	I Е-кисл.
4. Перегнойно-торфяная (Hydromor Gleysol)	74 (1934)	7Е3Б+С	709	23,7	22,1	22,9	0,57	<u>312</u> 218	I Е-кисл.
5. Перегнойно-торфяная (Deep Hydromor Gleysol)	65 (1943)	9Е1Б+С	704	22,0	21,3	23,5	0,61	<u>273</u> 246	I Е-кисл.
6. Перегнойно-торфяная (Hydromor Gleysol)	57 (1951)	5Е5Б+С	983	19,9	18,0	25,0	0,69	<u>251</u> 126	I Е-кисл.
7. Перегнойно-торфянистая (Anmoor Gleysol)	48 (1960)	8Е2Д+Б	852	21,8	21,9	32,3	0,85	<u>333</u> 266	Ia Е-кисл.

Для определения влияния различных эдафических условий на радиальный прирост по высоте ствола, на базисную плотность древесины и характеристики формы ствола, на каждой из пробных площадей отбирались по 6 модельных деревьев ели из средней ступени толщины (Полубояринов, 1976). Диаметры стволов модельных деревьев после рубки обмерялись в двух взаимно перпендикулярных направлениях на относительных высотах (через 0,1Н), с нахождением средней величины. Для определения базисной плотности на этих же высотах отбирались образцы древесины, которые использовались также для определения радиального прироста дерева на разных высотах, и толщины коры. Базисная плотность определена по способу измерения выталкивающей силы образцов, погруженных в жидкость (Полубояринов, 1976). Средняя плотность древесины ствола ρ_{cp} была определена также по методике О.И. Полубояринова (1976).

Измерялась протяжённость бессучковой части ствола, мертвосучковой и живой части кроны модельных деревьев.

Динамику прироста модельных деревьев изучали путём измерения годовичных слоёв на высотах: 0,0Н (высота пня); 1,3 м; 0,1Н; 0,2Н; 0,3Н; 0,4Н; 0,5Н; 0,6Н;

0,7Н; 0,8Н; 0,9Н. Замер ширины годовых колец и поздней древесины проводили с помощью лупы и металлической линейки с точностью 0,1 мм.

Объём ствола определён по сложной формуле срединного сечения, объём коры – стереоскопическим методом (Никифорчин, Ветров, Вавилов, 2011). Сбег ствола, коэффициенты и классы формы, видовые числа (старое и новое) определены для модельных деревьев по общепринятым методикам (Моисеев, 1970).

При обработке данных определялись средние величины для 6 моделей из средней ступени толщины. Полученный материал обрабатывался методами математической статистики, достоверность различий определена на 5-процентном уровне.

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ЭДАФИЧЕСКИХ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРИРОСТ СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ПО РАДИУСУ СТВОЛА

На опытных участках в основном присутствует комбинированный, “волнообразный” прирост по высоте ствола (Дворецкий, 1964): сначала он снижается, затем возрастает, и к вершине дерева вновь снижается (рис.1).

На относительных высотах (кроме высоты пня) средняя ширина годового слоя (ШГС) может быть выше или ниже ШГС на 1,3 м (табл. 2). Причем на минеральных почвах (ПП 1 и 2) она почти всегда ниже (кроме высот 0,6-0,7Н), тогда как на ПП с осушаемыми торфяниками ШГС, как правило, выше на всех относительных высотах по сравнению с 1,3 м.

Таблица 2 – Ширина годовых слоёв на относительных высотах деревьев ели на пробных площадях (среднее по шести модельным деревьям)

№ ПП	Ширина годового кольца, мм, на относительной высоте ствола										1,3 м
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
1	2,6	2,25	2,04	2,4	2,28	2,23	2,49	2,24	1,8	1,25	2,36
2	3,28	2,85	2,39	2,77	2,79	2,82	2,84	2,85	2,8	1,51	2,83
3	2,84	2,7	2,6	2,59	2,28	2,82	3,09	2,62	2,7	1,41	2,21
4	2,29	2,28	1,95	2,33	2,15	3,1	2,24	2,11	2,04	1,77	1,84
5	3,37	2,23	2,41	2,26	2,82	2,86	2,56	2,66	3,22	2,88	2,17
6	1,95	1,88	1,87	1,97	2,02	1,94	1,98	1,84	1,97	2,08	1,85
7	2,81	2,33	2,54	2,6	2,47	2,24	2,6	2,4	1,62	1,8	2,4

Примечание. Полужирным шрифтом выделены величины ШГС, превышающие ширину годового кольца на высоте 1,3 м.

Корреляционная связь ШГС на высоте 1,3 м с ШГС на относительных высотах в большинстве случаев достоверная, высокая и очень высокая, независимо от почвенных условий – табл. 3. Связь заметно ниже на ПП 3 по сравнению с другими участками. Здесь наибольшая протяжённость кроны (74% от высоты ствола), и крона перекрывает высоты 0,4; 0,6 и 0,8Н. Связь ослабляется вследствие неравномерности годового прироста в области протяженной кроны и сложной зависимости прироста по высоте от радиального прироста (Битвинкас, 1974).

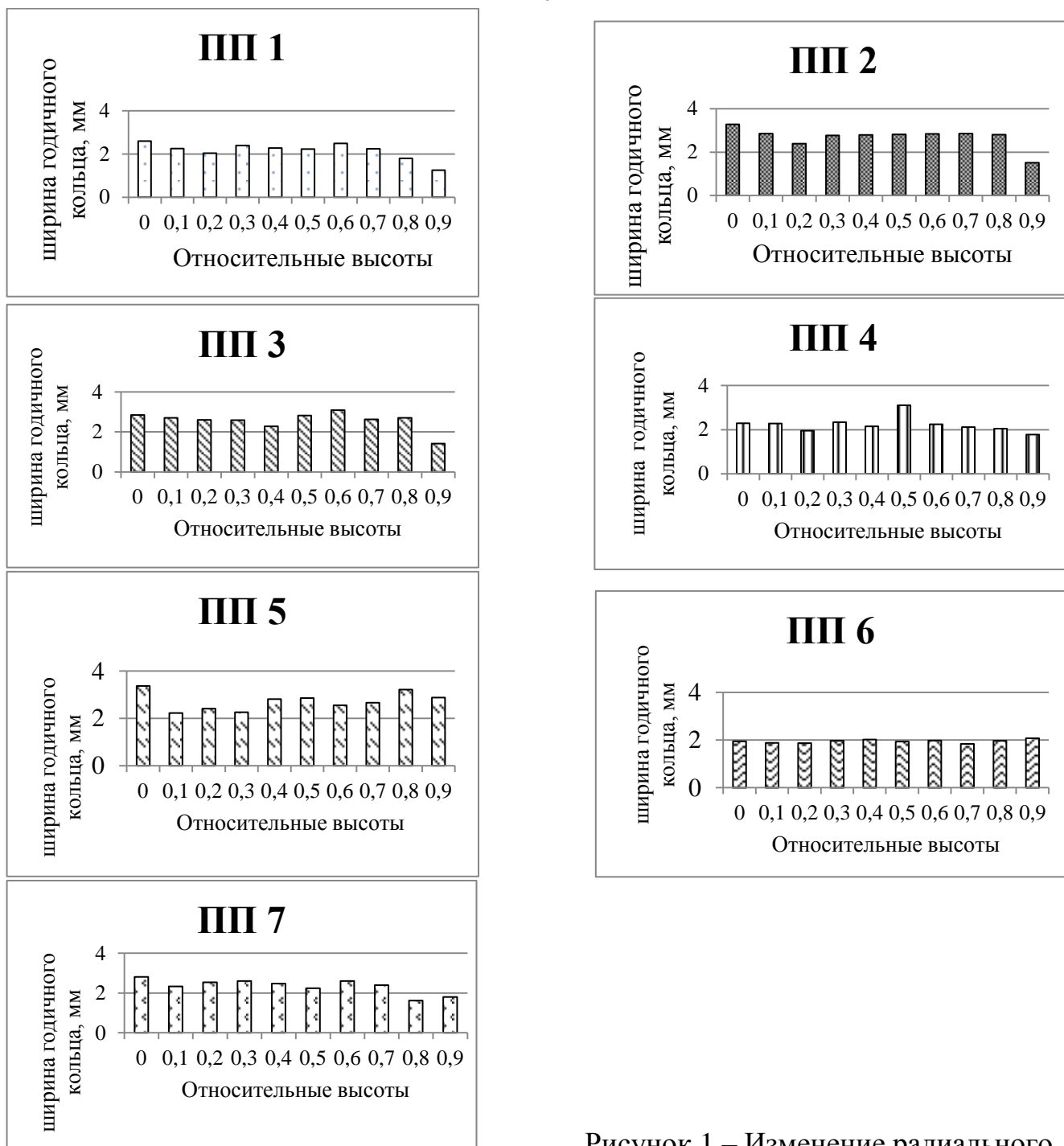


Рисунок 1 – Изменение радиального прироста на относительных высотах (среднее по шести деревьям)

Таблица 3 – Связь ШГС на 1,3 м с ШГС на относительных высотах (1999-2008 гг.)

Относительная высота ствола	Номер III						
	1	2	3	4	5	6	7
0,2Н	0,891	0,947	0,786	0,679	0,805	0,904	0,986
0,4Н	0,932	0,807	0,571	0,747	0,766	0,95	0,82
0,6Н	0,974	0,674	0,652	0,759	0,855	0,847	0,826
0,8Н	0,611	0,78	0,527	0,578	0,708	0,518	0,733

Примечание. В таблице полужирным шрифтом выделена высокая и очень высокая корреляционная связь (по Дворецкому), во всех остальных случаях связь значительная.

Известно, что надёжным индикатором технических свойств древесины хвойных пород является **доля поздней древесины в годичном кольце** (Ловелиус, Лежнева, 2015). Для таежной зоны европейской части СССР среднее содержание поздней древесины в деловой части ствола для ели составляет 16-23% (Полубояринов, 1976). На ПП с торфяными почвами среднее значение процента поздней древесины 21,9%, что превышает контроль ПП 1 (16,4%) – табл. 4.

Таблица 4 – Доля поздней древесины на высоте 1,3 м на пробных площадях

Показатели	Номер пробной площади							
	1 (контроль)	2	3	4	5	6	7	Среднее (ПП 3-7)
Доля поздней древесины, %	16,39	21,24	17,65	31,06	20,38	22,52	18,07	21,94
Ошибка среднего, %	2,18	1,16	2,71	2,92	1,82	2,84	2,64	-
Коэффициент вариации, %	29,8	12,23	34,32	21,01	20,02	28,23	32,71	27,26
Точность опыта, %	13,3	5,46	15,35	9,4	8,93	12,61	14,61	12,18
Достоверность отличий от ПП 1, $t_{0,05} = 2,57$	-	2,022	0,334	3,715	3,286	1,427	0,497	-

Однако колебания средней доли поздней древесины на торфяниках достаточно велики (17,7-31,1%), и в большинстве случаев различия с контролем недостоверны, чтобы сделать однозначный вывод. Доля поздней древесины возрастает с улучшением роста ели (Корчагов, 2010), что подтверждается и нашими данными: коэффициент корреляции доли поздней древесины и класса бонитета одновозрастных культур (48-49 лет), независимо от почвенных условий, $r = 0,71$. Содержание поздней древесины увеличивается с возрастом культур (Пчелин, 1961), что также подтверждается нашими данными, $r = 0,84$.

Многолетняя динамика радиального прироста синхронна на разных высотах ствола в пределах каждой из ПП – рис. 2 (на рисунке приведены данные лишь для двух ПП с разными почвами; на остальных ПП картина аналогичная). Это подтверждает выводы П.А. Феклистова (1977): наиболее значительным изменениям прироста на одной высоте соответствуют такие же изменения на других. Однако следует подчеркнуть очевидную синхронность колебаний прироста на участках с разными почвами.

Характер колебаний **индексов прироста**, определенных по методике Т.Т. Битвинскаса (1974), соответствует характеру изменений абсолютного прироста на высоте груди и относительных высотах на разных типах почв. В подавляющем большинстве случаев индексы прироста очень близки – различия составляют не более 10% (рис. 3).

Коэффициент корреляции между средними индексами прироста на минеральных почвах и средними индексами на торфяниках $r = 0,787$; $t_{\text{факт}} = 7,863$ при $t_{\text{табл } 0,05} = 2,024$, при $t_{\text{табл } 0,01} = 3,58$. Это свидетельствует о сходном воздействии на рост ели в разных почвенных условиях одних и тех же **факторов погоды**.

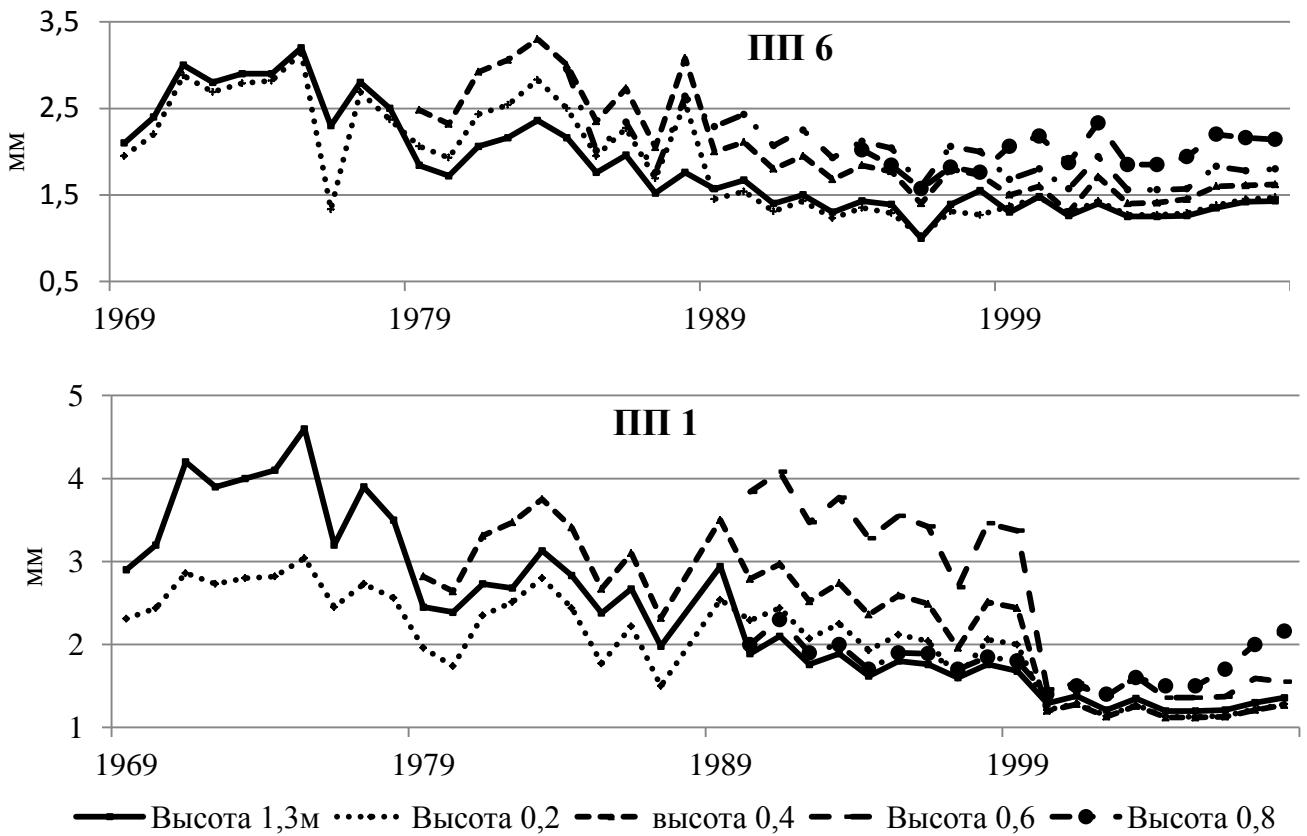


Рисунок 2 – Многолетняя динамика ШГС на относительных высотах ствола в различных эдафических условиях



Рисунок 3 – Динамика погодичных индексов радиального прироста ели на высоте 1,3 м на минеральных (ПП 1 и 2) и осушаемых торфяных почвах (ПП 3-7)

При выявлении связи индексов прироста на высоте 1,3 м с **конкретными метеорологическими величинами** было установлено, что достоверная на уровне 0,95 положительная корреляция прироста на минеральных почвах обнаружена со среднемесячными температурами *января, февраля, марта, августа и декабря*; на осушаемых торфяных почвах – с температурами *января, февраля, марта и авгу-*

ста. Корреляция прироста с зимними температурами, на первый взгляд, биологически необъяснима, так как формирование годичного кольца должно было бы закончиться. Однако в монографии Крамера и Козловского «Физиология древесных растений» (1983) по этому поводу указано, что в районах с тёплыми зимами у вечнозеленых растений фотосинтез может осуществляться в течение всего года. Авторы приводят несколько примеров этого явления. «Деревья дугласии накапливали значительные количества продуктов фотосинтеза зимой в мягких климатических условиях прибрежного района северо-запада Соединенных Штатов. В засушливый год чистый прирост продуктов фотосинтеза в течение зимы приближался к 1/4 общего прироста за весь год. Вдоль всей прибрежной зоны Норвегии у сосен и елей уменьшалась сухая масса в течение коротких периодов зимой, но за всю зиму у них обнаружился чистый прирост, доказавший превышение фотосинтеза над дыханием».

Калининградская область находится гораздо южнее Норвегии, в прибрежном районе Балтийского моря, которое связано с Атлантикой и тёплым течением Гольфстрим.

В годы с аномально большими приростами годичного кольца температуры января, февраля и марта на всех ПП, а на ПП 1 и ПП 2 ещё и декабря заметно выше, чем в годы с аномально малыми приростами – рис. 4.

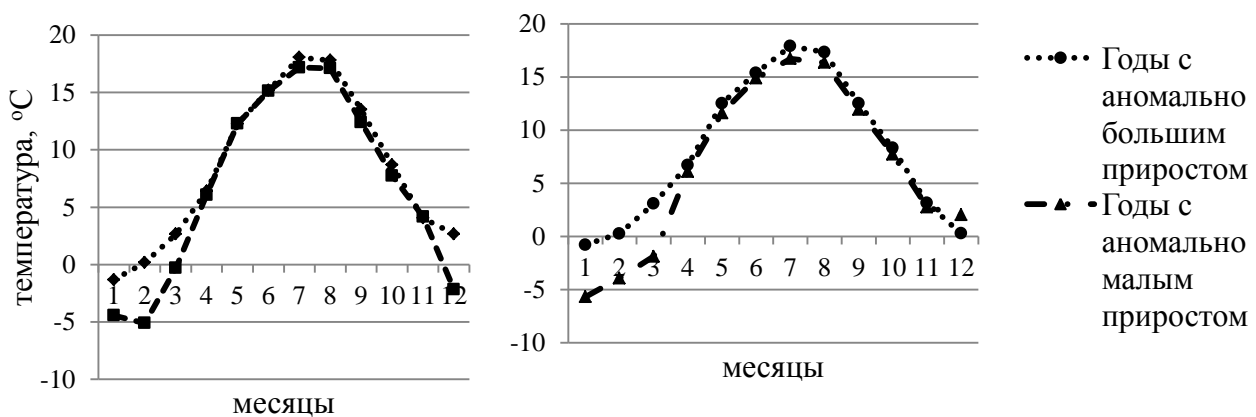


Рисунок 4 – Среднемесячная температура воздуха в годы больших и малых приростов ели на минеральных почвах (слева) и на торфяниках (справа)

По данным Н. В. Ловелиуса и С.В. Лежневой (2015), индексы аномальности прироста (>110% и <90%) у ели в подзоне южной тайги имеют два наиболее выраженных экстремума: *апрель*, *ноябрь*. Следовательно, утверждают авторы, наиболее существенным образом на прирост ели в южной тайге влияет температура воздуха накануне периода покоя и перед началом вегетации.

Известно, что большое значение для роста леса в южной тайге и хвойно-широколиственных лесах имеют осадки в период вегетации, особенно в его начале (май-июнь). В июне повышенное количество осадков содействует повышенным приростам на минеральных почвах, тогда как этот же фактор на торфяниках играет противоположную роль. Для июля и августа эта роль на торфяных почвах еще более усиливается. Это можно объяснить излишним насыщением корнеобитаемых горизонтов торфяных почв влагой, что может затруднить газообмен корней. Но в

сентябре и ноябре обилие дождей уже как бы положительно влияет на прирост ели на торфяниках, хотя прирост уже в основном сформирован.

В целом различия прироста на разных почвах в связи с осадками несущественны.

Уменьшенные приросты на обоих типах почв наблюдаются в годы с ростом гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) до среднего значения 1,71-1,78, а увеличенные приросты – в годы с уменьшением средних значений ГТК до 1,42-1,53. Здесь также не выявлено различий по влиянию комплексных метеорологических показателей на рост ели в различных эдафических условиях.

ГЛАВА 4. ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ КУЛЬТУР ЕЛИ НА МИНЕРАЛЬНЫХ И ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

Одной из задач биологического древесиноведения является исследование плотности древесины, формирующейся в пределах отдельных насаждений (Полубояринов, 1976). С.Ф. Курнаев (1973) указывает, что в благоприятных почвенных и климатических условиях Калининградской области ель часто образует *рыхлую широкослойную* (выделено нами, С.Е.) древесину, легко поддающуюся грибным заболеваниям, и поэтому ель здесь редко доживает вполне здоровой до 100 лет.

Плотность древесины ели на разных типах почв представлена в табл. 5.

Таблица 5 – Базисная плотность древесины культур ели на опытных участках

№ ПП, почва	Число наблю- дений	Возраст куль- тур, лет	Средняя плотность, кг/м ³	К-т вариации, %	Точ- ность опыта, %	t- кри- терий отличий от ПП 1
1. Модермуллевая, контроль	6	49	353,9±7,2	4,4	1,8	-
2. Муллевая	6	48	293,3±17,7	8,6	3,5	2,7
3. Перегнойно-торфянистая	6	48	366,9±13,6	8,0	3,3	0,8
4. Перегнойно-торфяная	6	74	396,8±6,8	3,7	1,5	4,0
5. Перегнойно-торфяная	6	65	378,6±6,0	3,4	1,4	2,4
6. Перегнойно-торфяная	6	57	371,1±10,9	6,4	2,6	1,2
7. Перегнойно-торфянистая	6	48	370,3±5,6	3,3	1,3	1,6

Примечание: Табличное значение *t* при 5-процентном уровне значимости составляет для 6 деревьев 2,31.

Статистически достоверные отличия от ПП 1 выявлены для ПП 2, 4 и 5.

Плотность древесины ели на торфяниках выше, чем на минеральных богатых почвах. Наиболее низкие показатели плотности характерны для древесины на ПП 2 с наилучшим ростом древостоя (Iб класс бонитета, ельник дубравно-травный). На этом участке базисная плотность еловых культур достоверно ниже по сравнению с ПП 1 на 15%, по сравнению с культурами одного возраста на торфяниках – на 17,7-18,3%. Это согласуется с выводами С.А. Корчагова (2010): при превосходстве по средней ширине годичного слоя культивируемой ели по сравнению с естественными ельниками в 2 раза, их древесина характеризуется в среднем на 11% меньшими показателями плотности.

Различия между плотностью древесины 49-летних культур на ПП 1 и плотностью близких по возрасту культур на торфе (48-57 лет) на ПП 3, 6 и 7 составляют 3,2-4,3%, и недостоверны на 5-процентном уровне значимости. Для более старых культур (65-74 года) на ПП 4 и ПП 5 эти различия достоверны, что вполне объяснимо, т.к. с возрастом у хвойных образуется более тяжёлая древесина (Полубояринов, 1976).

Повышенная плотность древесины ели на торфяниках по сравнению с минеральными почвами согласуется с данными О.И. Полубояринова (1976), В.И. Пчелина (1990), А.П. Смирнова (2003), В. Балодэ с соавт. (2004).

На ПП 2 резкое снижение плотности в центральной части ствола, и возрастание плотности в вершинной части объясняются ускоренным ростом деревьев в толщину и созданием необходимой прочности ствола в вершинной части – рис. 5.

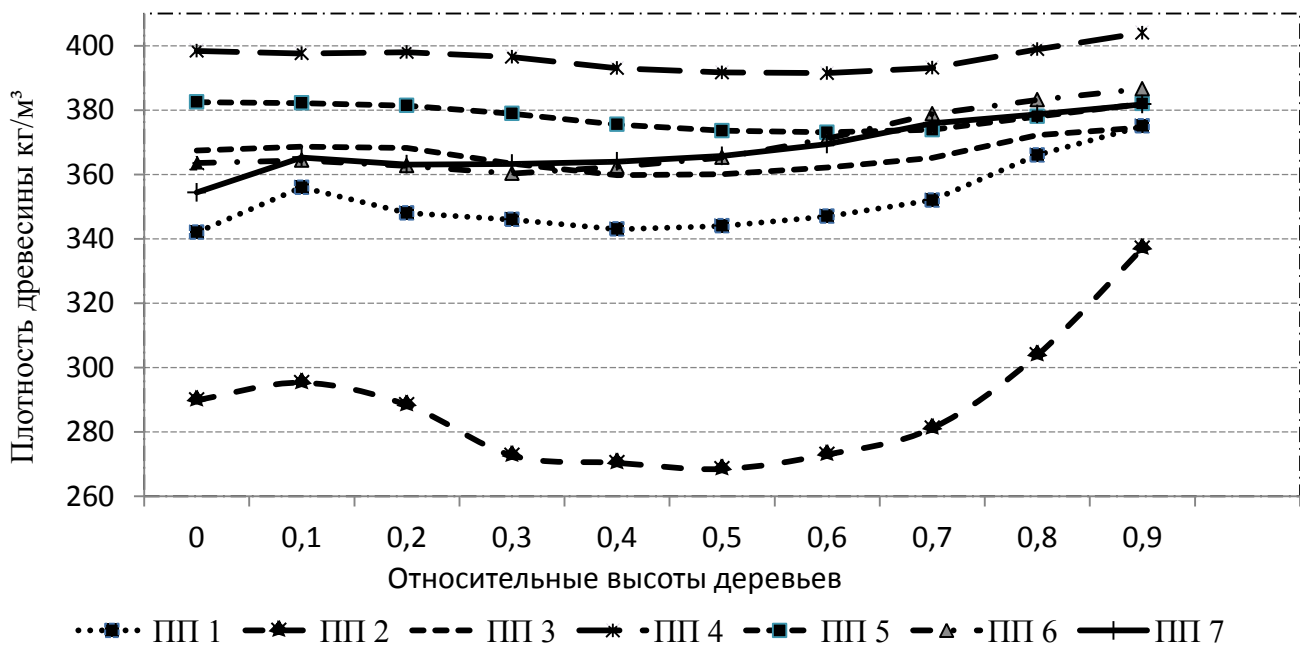


Рисунок 5 – Распределение плотности древесины по высоте ствола на ПП

По мере увеличения ширины годичного слоя происходит снижение средней плотности ранней древесины, что снижает общую плотность деревьев с быстрым ростом (Полубояринов, 1976). На этой же ПП 2 выявлена наибольшая амплитуда колебаний плотности отдельных моделей – 78 кг/м³. Значительно меньшая амплитуда колебаний плотности у ели на торфяниках: 10-26 кг/м³, что является ценным качеством в отношении однородности древесного сырья.

Известно, что средняя плотность дерева в целом и плотность древесины на высоте груди находятся в тесной прямой корреляционной связи, носящей линейный характер. В.И. Пчелин (1961) приводит данные о связи средней плотности древесины ели всего насаждения и плотностью на высоте 1,3 м: коэффициент корреляции $r > 0,9$. Для спелого ельника-кисличника (Ленинградская область) эта связь также очень высокая: $r = 0,937$ (Полубояринов, 1976). На наших объектах соответствующий коэффициент корреляции составляет 0,73-0,78 для минеральных почв и 0,71-0,90 для торфяников.

Корреляционная связь между базисной плотностью на высоте 1,3 м и шириной годичного кольца на всех опытных участках прямая, отрицательная и недостоверная по критерию Стьюдента (табл. 6).

Таблица 6 – Связь между плотностью и шириной годичного кольца на 1,3 м

Показатели	Номер пробной площади						
	1	2	3	4	5	6	7
Базисная плотность, кг/м ³	354	294,4	368,8	397,5	386,4	382	373,1
Ширина годичного кольца, мм	2,36	2,83	2,21	1,84	2,17	1,85	2,4
Коэффициент корреляции	-0,731	-0,469	-0,549	-0,451	-0,250	-0,402	-0,507

О.И. Полубояринов (1976) отмечал, что преимущественно умеренная отрицательная связь ширины годичного слоя с плотностью древесины культур ели объясняется влиянием содержания поздней древесины и ее анатомического строения. С уменьшением ширины годичных слоёв плотность древесины ели увеличивается. По нашим объектам можно сделать такой же вывод: наименьшей ширине годичного кольца на ПП 4 (1,84 мм) соответствует наибольшая плотность – 397,5 кг/м³; наибольшей ширине годичного кольца на ПП 2 (2,83 мм) соответствует наименьшая плотность древесины – 294,4 кг/м³.

Корреляционная связь между плотностью и долей поздней древесины на высоте 1,3 м на всех ПП прямая, положительная, и также недостоверная по критерию Стьюдента (табл. 7).

Таблица 7 – Связь между плотностью и долей поздней древесины на высоте 1,3 м

Показатели	Номер пробной площади						
	1	2	3	4	5	6	7
Базисная плотность, кг/м ³	354	294,4	368,8	397,5	386,4	382	373,1
Доля поздней древесины, %	16,39	20,24	17,65	31,06	20,38	22,52	18,07
Коэффициент корреляции	0,532	0,452	0,692	0,649	0,568	0,314	0,594

По данным О.И. Полубояринова (1976) связь между плотностью и процентом поздней древесины у ели менее тесная, чем у сосны, коэффициенты корреляции между этими показателями, как правило, около 0,4. В наших исследованиях коэффициент корреляции варьирует от 0,31 до 0,69 по торфяникам, от 0,45 до 0,53 по минеральным почвам.

ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМЫ И ПОЛНОДРЕВЕСНОСТИ СТВОЛОВ ЕЛОВЫХ КУЛЬТУР

Относительный сбег в верхней части ствола (0,6Н-0,9Н) на объектах с торфяными почвами выше контрольного (численно – ниже) – табл. 8. Причем в ряде случаев эти различия статистически достоверны. В нижней части ствола (за исключением высоты пня, где велико влияние корневых наплывов), сбег стволов ели на торфяниках в среднем близок к контролю ПП 1, с различиями от + 3,1 до - 4,2%. На ПП 5 и 6 в этой части ствола сбег ниже контроля (рис. 6).

Таблица 8 – Относительный сбег стволов ели на опытных объектах

Показатели	Номер ПП	Относительная высота									
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Относительный сбег/ процент по отношению к контролю (ПП 1)	1	1,36	0,96	0,91	0,87	0,80	0,72	0,65	0,54	0,41	0,24
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	1,34	0,95	0,89	0,83	0,77	0,71	0,6	0,51	0,38	0,24
		98,5	98,9	97,8	95,4	96,3	98,6	92,3	94,4	92,7	100
	ПП 3-7	1,3	0,97	0,91	0,85	0,79	0,71	0,61	0,51	0,37	0,22
Среднее	95,6	101	100	97,7	98,8	98,6	93,8	94,4	90,2	91,7	

На ПП 2, с наивысшей продуктивностью культур на муллевой почве, сбег стволов ели выше (на рисунке – соответственно ниже), чем на контроле, на всех высотах, и выше, чем на объектах с торфяными почвами, на наиболее важных высотах 0,1Н-0,4Н. Аналогичные результаты получены при определении относительного сбega по методике проф. В.К. Захарова (1955), который предложил принимать за исходную величину диаметр на “плавающей” высоте 0,1Н (вместо фиксированной высоты 1,3 м).

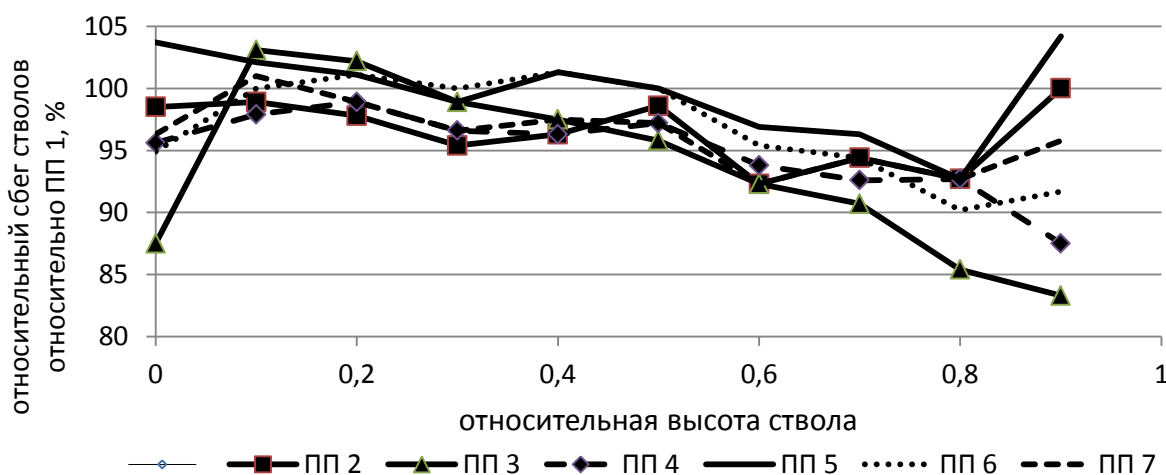


Рисунок 6 – Относительный сбег стволов ели на ПП по сравнению со сбегом на контрольной ПП 1 (принят за 100%)

Наибольшее повышение сбega в верхней половине ствола на ПП 3 (рис. 6) по-видимому, имеет связь с максимальной протяженностью живой кроны модельных деревьев на этом объекте:

номер ПП	1	2	3	4	5	6	7
протяженность кроны, % от длины ствола	44	51	74	60	62	59	59

Протяженность кроны на ПП 1 заметно ниже по сравнению с объектами на торфяных почвах. Возможно, в какой-то мере это объясняет некоторое повышение сбega, особенно заметное в верхней (“крупной”) половине стволов ели на торфяниках.

Коэффициенты формы q_2 и q_3 стволов ели на торфяниках имеют тенденцию к уменьшению относительно контрольных показателей. Но это ухудшение

формы стволов статистически недостоверно. Исключение – снижение q_3 для ПП 3 с наибольшей протяженностью кроны ($t = 2,8$ при $t_{0,05} = 2,23$).

Наибольшее значение, как известно, имеет q_2 . Этот коэффициент характеризует степень сбежистости ценной нижней половины древесного ствола, которая в среднем от объема дерева составляет около 80%. Чем больше q_2 , тем лучшую форму и большую производственную ценность имеет ствол. Однако и q_2 имеет существенный недостаток, так как зависит не только от формы, но и от высоты дерева (Дворецкий, 1964; Моисеев, 1970).

Коэффициент формы q_1 на торфяниках, напротив, превышает контрольное значение, причем на ПП 3, ПП 5 и ПП 6 – статистически достоверно. Напрашивается вывод, что в культурах ели на торфяниках самая нижняя, наиболее ценная четверть ствола (т.е. высотой до 5-6 м) имеет лучшую форму и меньшую сбежистость по сравнению с более высокопродуктивными культурами на минеральных почвах. На ПП 2 с наилучшим ростом ели величина q_1 заметно ниже контроля (на 3,7%), а по сравнению с елью на торфяниках – еще ниже (на 4-10%).

Наименьшая сбежистость стволов модельных деревьев характерна для ПП 1 (контроль), с наименьшей протяженностью кроны, с высокой полнотой и густотой древостоя и тремя единицами в составе лиственных пород, а также для ПП 6, также с высокой густотой и наибольшей примесью березы в составе (5 единиц). Повышенная сбежистость на ПП 2 и ПП 3 в какой-то мере может быть связана с почти полным отсутствием лиственных в составе древостоев. Лиственные деревья (береза, дуб), хотя формально и образуют один ярус с елью, в большинстве случаев несколько выше средних деревьев ели, и тем самым последние лучше защищены от ветровых нагрузок. Это также может иметь существенное значение для уменьшения сбега.

Класс формы $q_{2/1}$, не связанный с высотой и диаметром на высоте груди, т.е. более надежный и устойчивый показатель по сравнению с коэффициентами формы, на всех участках весьма близок к контролю. Исключение – ПП 3 с высокой протяженностью крон, где $q_{2/1}$ статистически достоверно и значительно (на 6,2%) ниже контрольного значения.

Класс формы $q_{3/1}$ на торфяных почвах ниже контрольного значения, в среднем – на 8,2%, причем почти на всех объектах (кроме ПП 4) – статистически достоверно. Это опять можно объяснить большей протяженностью крон на торфяниках.

Полнодревесность стволов ели на торфяных почвах также имеет тенденцию к снижению относительно контроля (табл. 9).

Таблица 9 – Полнодревесность стволов модельных деревьев на ПП (видовое число/ % по отношению к контролю)

Видовое число	Номер пробной площади							Среднее (ПП 3-7)
	1 (контроль)	2	3	4	5	6	7	
старое	0,543	0,433	0,510	0,503	0,544	0,530	0,508	0,519
	100	79,7	93,9	92,6	100,2	97,6	93,6	95,6
нормальное	0,593	0,485	0,531	0,564	0,566	0,566	0,567	0,559
	100	81,8	89,5	95,1	95,4	95,4	95,6	94,3

Но различия статистически достоверны для нормального видового числа лишь на ПП 3 и составляют 10,5%, что вновь может быть связано с влиянием большой протяженности живой кроны и наибольшим сбегом ствола в его верхней части на этой ПП. Однако еще большее снижение полндревесности (в среднем по обоим видовым числам около 20%) относительно ПП 1 характерно для бурно растущих культур на муллевой почве (ПП 2).

По сравнению с культурами ели на торфяниках полндревесность на участке ПП 2 также значительно меньше: по старому видовому числу – на 12-26%, по нормальному видовому числу – на 9-12%.

ГЛАВА 6. ТОЛЩИНА И ОБЪЕМ КОРЫ. ПРОТЯЖЁННОСТЬ ЖИВОЙ ЧАСТИ КРОНЫ КУЛЬТУР ЕЛИ

И. И. Гусев (1983) отмечал несущественную роль возраста при вычислении двойной толщины коры ели. Исходя из этого утверждения, мы пренебрегли различиями в возрасте культур при сравнении толщины коры на разных почвах.

Средние величины **толщины и объема коры** близки для обоих типов почв. Коэффициенты корреляции между диаметром и толщиной коры на 1,3 м для минеральных почв $r = 0,705$, для торфяников $r = 0,656$.

По данным М. М. Цывина (1973), объем коры от объема древесины для ели составляет в среднем 9,5%. Это близко к нашим средним данным для торфяников (9,25%); на минеральных почвах в ельниках высших бонитетов объем коры в среднем несколько ниже (8,14%).

А.А. Вайс (2015) приходит к выводу об уменьшении процента коры ели сибирской с 15% у тонкомерных стволов до 6% у стволов максимальной толщины. Эта закономерность на наших объектах (для ели европейской) также прослеживается. На ПП 2 с максимальным диаметром на 1,3 м объем коры так же, как у ели сибирской, минимален – 7,12%. На ПП 1, 3, 5, 6 с наименьшими диаметрами объем коры выше – 9,16-10,13%.

Относительная протяжённость живой части кроны выше на всех торфяниках по отношению к контролю ПП 1, в среднем на 44% (табл. 10). Протяжённость бессучковой зоны стволов ели почти одинакова в абсолютных и относительных единицах на торфяных почвах и на контроле (соответственно 1,85 и 1,77 м; 8,37 и 7,80% высоты ствола). При этом варьирование средней протяженности бессучковой части ствола на торфяных почвах составляет от 0,38 до 2,6 м (от 1,8 до 13,9% высоты ствола) т.е. почти на порядок.

Абсолютное и относительное расстояние от первого мертвого сучка до живой кроны значительно выше на контроле ПП 1 по сравнению со средними величинами на торфяниках (соответственно 10,9 и 6,2 м; 48,2 и 28,3% высоты ствола). Соответственно живая часть кроны на контроле значительно короче по сравнению с торфяниками (44 и 63,3% высоты ствола, т.е. в 1,4 раза). Живая крона на торфяных почвах длиннее контроля независимо от полноты, густоты, состава и возраста древостоя, различий в высоте и диаметре (см. табл.1). Относительная протяжённость живой кроны составляет в среднем 47,5% на минеральных почвах, и 63,3% - на торфяных.

Таблица 10 – Распределение зон стволов модельных деревьев ели на пробных площадях

№ ПП	Средняя высота дерева, м/%	Расстояние от комля до первого мёртвого сука, м/% высоты ствола	Расстояние от первого мёртвого сука до начала кроны, м/% высоты ствола	Протяжённость кроны, м/% высоты ствола
ПП 1	22,05/100	1,77/7,80	10,87/48,2	9,75/44,0
ПП 2	24,81/100	2,28/9,19	9,91/39,94	12,62/50,87
ПП 3	21,44/100	1,04/4,85	4,63/21,6	15,77/73,55
ПП 4	24,83/100	2,6/10,47	7,49/30,17	14,74/59,36
ПП 5	22,09/100	2,39/10,82	4,37/19,78	15,33/69,4
ПП 6	20,66/100	2,86/13,85	6,3/30,49	11,5/55,66
ПП 7	20,09/100	0,38/1,84	7,95/39,57	11,77/58,59
Среднее (ПП 3-7)	21,82/100	1,85/8,37	6,15/28,32	13,82/63,31

Выявленная тенденция многое объясняет в отношении формы и полндревесности стволов ели на торфяниках, когда при большей протяженности крон форма стволов по сравнению с контролем имеет тенденцию к слабому ухудшению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесоводственно-экологические исследования для сравнительной оценки высокопродуктивных средневозрастных еловых культур на минеральных и осушаемых торфяных почвах в природно-климатических условиях Калининградской области выявили следующее:

1. Величина прироста ели по радиусу на высоте 1,3 м и на относительных высотах ствола изменялась в целом синхронно на обоих типах почв. Это свидетельствует о сходном воздействии на рост ели в разных почвенных условиях одних и тех же погодных факторов. При подробном рассмотрении влияния конкретных метеорологических величин на рост культур, выявлено, что достоверная на уровне 0,95 положительная корреляция прироста на минеральных почвах обнаружена со среднемесячными температурами *января, февраля, марта, августа и декабря*; на торфяных почвах – с температурами *января, февраля, марта и августа*.

В годы с уменьшенными приростами, как на минеральных почвах, так и на торфяниках наблюдается увеличение величины гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) до 1,71-1,78. В годы с увеличенными приростами величина ГТК уменьшилась до 1,42-1,53.

Таким образом, не выявлено достоверных отличий влияния климатических факторов и показателей на рост ели на разных типах почв.

2. Существенных различий в содержании поздней древесины среди культур ели на разных типах почв не выявлено. Доля поздней древесины, независимо от почвенных условий, связана с возрастом культур ели ($r = 0,84$) и их классом бонитета ($r = 0,71$), что согласуется с литературными данными.

3. Базисная плотность древесины ели на торфяниках выше, чем на минеральных богатых почвах. Наиболее низкие показатели плотности характерны для участка с наилучшим ростом древостоя на *муллевой* почве: здесь плотность древесины культур достоверно ниже по сравнению с культурами одного возраста на торфяниках на 17,7-18,3%. На этом же участке установлена наибольшая амплитуда колебаний плотности отдельных модельных деревьев – 78 кг/ м³. Амплитуда колебаний плотности в культурах ели на торфяниках меньше в 3-8 раз (10-26 кг/м³), что свидетельствует о качественной однородности древесного сырья при любом его использовании.

4. Тенденция к повышению сбегу ствола на участках с торфяными почвами по сравнению с контролем (*модермуллевая* почва) и некоторое ухудшение формы ствола ели с высотой на осушаемых торфяниках объясняется значительно большей протяженностью крон на участках с торфяными почвами по сравнению с контролем.

Класс формы $q_{2/1}$, не связанный с высотой и диаметром дерева на высоте груди, т.е. более надежный и устойчивый показатель по сравнению с коэффициентами формы, почти на всех участках с торфяными почвами весьма близок к контролю. Класс формы $q_{3/1}$ на торфяных почвах достоверно ниже контрольного значения. Следовательно, в культурах ели на торфяниках самая нижняя, наиболее ценная четверть ствола (высотой до 5-6 м) имеет лучшую форму и меньшую сбежистость по сравнению с высокопродуктивными культурами на минеральных почвах.

Класс формы $q_{3/1}$ на торфяных почвах ниже контрольного значения, в среднем – на 8,2%, причем почти на всех объектах – статистически достоверно. Это также можно объяснить большей протяженностью крон на торфяниках.

5. Полнодревесность стволов ели на торфяных почвах имеет тенденцию к снижению относительно контроля. Но различия статистически достоверны для нормального видового числа лишь для одного из участков, что вновь может быть связано с влиянием наибольшей протяженности живой кроны и наибольшим сбегом ствола в его верхней части. Однако еще большее снижение полнодревесности (в среднем по обоим видовым числам около 20%) относительно контроля характерно для бурно растущих культур на *муллевой* почве. По сравнению с культурами ели на торфяниках полнодревесность на этом участке также значительно меньше: по старому видовому числу – на 12-26%, по нормальному видовому числу – на 9-12%.

6. Средние величины толщины и объема коры модельных деревьев близки для обоих типов почв. Коэффициенты корреляции между диаметром и толщиной коры на 1,3 м для минеральных почв $r = 0,705$, для торфяников $r = 0,656$.

Средняя протяжённость бессучковой зоны стволов ели почти одинакова в абсолютных и относительных единицах на торфяных почвах и на контроле (соответственно 1,85 и 1,77 м; 8,37 и 7,80% высоты ствола). Абсолютное и относительное расстояние от первого мертвого сучка до живой кроны значительно выше на минеральной почве контроля по сравнению с аналогичными средними величинами на торфяниках (соответственно 10,9 и 6,2 м; 48,2 и 28,3%). Живая часть кроны на контроле короче по сравнению с торфяниками в среднем в 1,4 раза.

Выявленная тенденция объясняет некоторое ухудшение формы и полндревесности стволов ели в их верхней части по сравнению с контролем.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Сравнительная лесоводственно – экологическая оценка средневозрастных культур ели на богатых минеральных (муллевых и модермуллевых) и осушаемых переходных (низинных) торфяно-болотных почвах в природно-климатических условиях Калининградской области выявила исключительное практическое значение тех и других почв для выращивания высокопроизводительных еловых древостоев.

2. По большинству лесоводственно-таксационных показателей не установлено существенных различий между культурами ели на разных почвах. Культуры ели на богатых минеральных почвах (Ia- Ib классы бонитета) по сравнению с культурами на осушаемых переходных (низинных) торфяниках (I-Ia классы бонитета) характеризуются несколько более быстрым ростом в высоту и по диаметру.

3. Форма стволов ели и их полндревесность на участках торфяников имеет слабую тенденцию к ухудшению в верхней части ствола по сравнению с елью на минеральной *модермуллевой* почве, что объясняется большей протяженностью живой кроны ели на торфяниках по сравнению с елью на минеральных почвах. Однако в культурах ели на торфяниках самая нижняя, наиболее ценная четверть ствола (высотой до 5-6 м) имеет лучшую форму и меньшую сбежистость по сравнению с высокопродуктивными культурами на минеральных почвах.

На участке с наивысшей производительностью культур на *муллевой* почве сбеж ствол ели выше, чем на объектах с торфяными почвами, в наиболее важной нижней половине ствола. По сравнению с культурами ели на торфяниках полндревесность на этом участке также значительно и достоверно меньше.

4. Наиболее важное различие между культурами, созданными в разных эдафических условиях – достоверно более высокая плотность древесины на участках осушаемых торфяно-болотных почв. Особенно значительно – в среднем на 18% – снижена плотность на участке с наилучшим ростом ели на минеральной *муллевой* почве по сравнению с плотностью древесины на осушаемых торфяных почвах. В культурах на торфяниках выявлена наименьшая амплитуда колебаний плотности древесины между отдельными деревьями, что свидетельствует о высококачественной однородности древесного сырья. Всё это, а также уменьшение сбег и улучшение формы ствола ели на торфяниках в нижней части ствола, и ухудшение формы всего ствола ели и его полндревесности на самых богатых *муллевых* почвах необходимо учитывать при закладке плантационных культур ели с целью ускоренного выращивания пиловочника и строительного леса с высоким техническим качеством древесины.

5. В указанных эдафических условиях, без затрат на внесение удобрений, целесообразно получить за короткий оборот рубки, к возрасту технической спелости насаждения, максимальный выход балансовой древесины для производства сульфатной целлюлозы.

Публикации по теме диссертации

Публикации в изданиях по перечню ВАК:

1. **Ермаков С.А.**, Смирнов А.П. Плотность древесины ели в лесных культурах на торфяных и минеральных почвах Калининградской области // Известия СПбГЛТА. 2013. № 205. – С. 65-72.
2. **Ермаков С.А.**, Смирнов А.П. Форма и полнодревесность стволов ели в средневозрастных лесных культурах на торфяных и минеральных почвах Калининградской области // Известия СПбГЛТА. 2014. № 209. – С. 52-63.

Публикации в прочих изданиях:

1. **Ермаков С.А.** Обзор исследований ельников на осушенных торфяниках и минеральных почвах Калининградской области / Почвы Калининградской области: история исследования, использование, оценка современного состояния // Межвуз. сб. научных трудов. – Калининград, 2015. – С. 152-162.
2. **Ермаков С.А.** Сравнительная характеристика плотности древесины, полнодревесности и формы ствола средневозрастных насаждений ели на минеральных почвах и осушенных торфяниках Калининградской области / Проблемы природоохранной организации ландшафтов: М-лы международ. науч.-практ. конф. – Новочеркасск, ДГАУ, 2016. – С. 128-134.
3. **Ермаков С.А.** Сравнение отдельных частей деревьев ели с процентом протяжённости кроны на осушенных торфяниках и минеральных почвах Калининградской области / Леса России: политика, промышленность, наука, образование. М-лы международ. науч.-техн. конференции. Том 1. – СПб.: СПбГЛТУ, 2017. – С. 70-73.
4. **Ермаков С.А.** Влияние глубины торфяной залежи на показатели макростроения древесины, протяженность кроны и ее плотность на осушенных торфяниках в Калининградской области / М-лы международ. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию основания Кировской луго-болотной опытной станции ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М., 2018. – С. 229-237.