

**ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

Тукачева Анастасия Валерьевна

**ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ В ОСУШАЕМЫХ НАСАЖДЕНИЯХ
СРЕДНЕГО УРАЛА**

06.03.02 – «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата

сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Залесов Сергей Вениаминович

Екатеринбург – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	9
1.1. Климат.....	10
1.2. Рельеф и почвы.....	15
1.3. Гидролесомелиоративный фонд.....	16
Выводы.....	19
Глава 2. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	21
Выводы.....	39
Глава 3. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ.....	41
3.1. Программа исследований.....	41
3.2. Методика исследований.....	41
3.3. Объем выполненных работ.....	51
Глава 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРТИВНОГО СТАЦИОНАРА.....	52
4.1. Общая характеристика стационара.....	52
4.2. Краткая характеристика постоянных пробных площадей.....	54
4.3. Динамика уровня ПГВ и оценка состояния осушительной системы...91	
Выводы.....	98
Глава 5. РЕАКЦИЯ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСУШЕНИЕ.....	100
5.1. Динамика основных таксационных показателей древостоя.....	100
5.2. Санитарное состояние осушаемых сосняков.....	111
5.3. Предварительное возобновление.....	119
5.4. Динамика живого напочвенного покрова.....	125
Выводы.....	134
Глава 6. ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ И ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ.....	137
6.1. Влияние рубок ухода.....	137

6.1.1. Динамика таксационных показателей древостоя.....	137
6.1.2. Санитарное состояние древостоя.....	146
6.1.3. Сопутствующее возобновление.....	150
6.1.4. Динамика живого напочвенного покрова.....	152
6.2. Влияние выборочных рубок.....	156
6.2.1. Динамика таксационных показателей древостоя.....	157
6.2.2. Санитарное состояние древостоя.....	164
6.2.3. Сопутствующее возобновление.....	167
6.2.4. Динамика живого напочвенного покрова.....	170
Выводы.....	174
Глава 7. ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ.....	177
7.1. Анализ горимости лесов УУОЛ УГЛТУ.....	177
7.2. Оценка захламленности территории и деструкция древесины.....	186
7.3. Динамика последующего возобновления.....	192
7.4. Динамика живого напочвенного покрова.....	209
7.5. Стадии развития гари.....	218
Выводы.....	220
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	222
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	226

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Наличие обширных заболоченных территории достигающих 40% покрытых и непокрытых лесом земель в составе лесного фонда Среднего Урала, на фоне общей динамики истощения лесосырьевой базы в регионе, является актуальной проблемой для лесного хозяйства. Решением данной проблемы является осушительная мелиорация, которая была и остается единственным апробированным во многих регионах нашей страны и за ее пределами методом по повешению продуктивности избыточно увлажненных и заболоченных земель. Кроме того рекреационное значение и экологические функции таких лесов после осушения возрастают, что является немаловажным для промышленного города Екатеринбург. Безусловно, что рациональное, не истощительное и многоцелевое лесопользование невозможно без определенных вложений в мероприятия по уходу за данными территориями. Последнее обстоятельство, а также тот факт, что работы по осушению являются трудоемкими и ответственными мероприятиями, послужило причиной того, что уже более двух десятилетий гидролесомелиоративные работы в России не проводятся, даже несмотря на значительные положительные лесоводственные результаты. В настоящее время насаждения на осушенных землях остающиеся своеобразным резервом для лесозэксплуатации, требуют постоянного мониторинга и своевременного ухода за осушительными каналами, от работы которых во многом зависит лесоводственный и экономический эффекты. Требуется особое внимание к противопожарному обустройству территорий, поскольку после осушения риск возникновения пожаров возрастает в разы по сравнению суходольными лесами, а последствия их отличаются разрушительным характером и более длительным периодом восстановительных сукцессий.

Наши исследования носят комплексный характер по изучению динамики различных компонентов лесоболотных биогеоценозов и являются продолжением научно-исследовательских работ выполняемых на стационарном объекте с момента его создания. Охватывают малоизученный, но один из самых важных

этапов роста древостоев – конечный или стабилизации. Кроме того, часть экспериментов была заложена нами впервые, в частности изучение сукцессий на территории валежной гари на начальных этапах ее развития и особенностей биометрических параметров соснового подроста спустя 8 лет после лесного пожара, а также изучение санитарного состояния насаждений в результате длительного воздействия осушения и опытных рубок. Все выше сказанное выгодно отличает наше исследование от других ранее подготовленных работ и значительно расширяет круг научных и практических вопросов по организации ведения лесного хозяйства на осушаемых олиготрофных торфах в условиях Среднего Урала.

Степень разработанности проблемы связана с продолжением комплексного исследования трансформации компонентов биогеоценоза под влиянием осушения на гидролесомелиоративном стационаре «Северный», созданном на базе Уральского учебно-опытного лесхоза Уральского государственного лесотехнического университета (далее УУОЛ УГЛТУ). Несмотря на наличие значительного количества работ посвященных вопросу осушения олиготрофных болот (Чиндяев, 1995; Кряжевских, 1995; Иматова, 1997; Залесов, 2000; Залесова, 2013; Солнцев, 2015), большая часть из них приурочена к начальным и средним этапам роста древостоя и исследованию лишь небольшой части вопросов. Отсутствие актуальных сведений о состоянии насаждений на осушаемых торфах и определило выбор направления нашего исследования.

На данном этапе диссертация является законченным исследованием.

Цели исследования включали в себя сравнительный анализ динамики трансформации компонентов лесоболотного биогеоценоза за 29-летний период влияния гидролесомелиорации и опытных рубок различной интенсивности, а также изучение восстановительных сукцессий на ранних стадиях после лесного пожара на территории валежной гари. Для реализации целей исследования решались следующие **задачи**:

1. Изучить изменения в таксационной структуре древостоя и санитарном состоянии насаждений трех типов леса. Качественная, количественная и про-

странственная оценка последующего лесовозобновления. Провести сравнительный анализ динамики живого напочвенного покрова.

2. Изучить изменения в таксационной структуре древостоев, пройденных опытными рубками спустя 29 лет, а также дать количественную и качественную оценку естественному возобновлению под пологом древостоев.

3. Изучить количественное и качественное состояние подроста на валежной гари, установить зависимость его пространственного размещения от действия осушительной сети. Изучить особенности биометрического строения хвойного подроста и особенности формирования корневых систем.

4. Подготовить предложения по совершенствованию ведения лесного хозяйства в насаждениях на осушаемых торфах.

Научная новизна. Впервые в условиях Среднего Урала на основе длительных стационарных наблюдений проведено комплексное исследование влияния экстенсивного осушения и лесохозяйственных мероприятий на компоненты лесоболотных биогеоценозов в период стабилизации роста древостоев. Даны оценки их устойчивости и санитарному состоянию после данного комплекса мероприятий. Впервые изучены последствия и особенности хода послепожарных изменений на ранних этапах сукцессий в условиях валежной гари на осушаемом верховом болоте. Установлены особенности формирования и биометрических параметров хвойного подроста.

Теоретическая и практическая значимость работы. Обобщены и проанализированы многолетние данные по влиянию осушения и опытных рубок на компоненты лесоболотных биогеоценозов, установлены особенности состояния и строения древостоев на осушаемых верховых торфах спустя 24 и 29 лет после данного комплекса мероприятий, а также дана оценка процессу естественного лесовозобновления и пространственного размещения подроста, проанализирована динамика накопления надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП). Изучено состояние осушительной системы. Установлены особенности послепожарных сукцессий на валежной гари. Полученные данные могут быть учтены при проектировании гидролесомелиоративных объектов, исполь-

зованы в качестве рекомендаций при проведении лесохозяйственных работ, противопожарного устройства, а также в реконструкции осушительных систем.

Методология и методы исследования. В связи с комплексным характером работ использовались различные общеизвестные методики, широко применяемые в лесоводственных и мелиоративных исследованиях. Основным методом сбора экспериментальных данных являлось полевое обследование насаждений на уже существующих постоянных пробных площадях, заложенных в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами: ОСТ 56-69-83 (ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустойчивые ..., 1983), а также рекомендациями по закладке и обработке материалов пробных площадей в осушаемых насаждениях (Рубцов, Книзе, 1974, 1981). При изучении водного режима почв использовалась методика С.Э. Вомперского (1994).

На защиту выносятся следующие основные положения:

1. Длительное воздействие осушительной мелиорации оказывает влияние на все компоненты биогеоценоза, а характер происходящих изменений отличается разномоментностью и неодинаковостью реакций в различных типах леса.

2. Комплексное влияние осушения и опытных рубок (рубок ухода и выборочных рубок) различной интенсивности изреживания существенно повышает продуктивность древостоев, улучшает их санитарное состояние и способствует развитию нижних ярусов растительности ЖНП.

3. Послепожарные сукцессии на территории валежной гари в условиях осушаемого верхового болота характеризуются возрастанием и затуханием пирогенной вспышки количества соснового подроста, на фоне прогрессирующего процесса заболачивания данной площади и разрастания ЖНП, что во многом определяет особенности его пространственного размещения и биометрических параметров.

Степень достоверности подтверждается проработкой большого объема экспериментального материала, с применением методик и объема выборки отвечающей принятой в лесоводственной практике точности, а также использованием современных методов статистической обработки. Материалы, состав-

ляющие основу диссертационной работы, неоднократно обсуждались на конференциях разного уровня.

Апробация работы. За время подготовки диссертации ее основные экспериментальные результаты были представлены и обсуждены на следующих конференциях: Всероссийская научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (г. Екатеринбург, 2012, 2014, 2016 и 2018 гг.); XI Международная научно-практическая конференция «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 2016 г.); Международная научно-практическая конференция молодых ученых на иностранных языках «Актуальные проблемы профессиональной сферы в современном мире» (г. Екатеринбург, 2016, 2017 и 2018 гг.); Всероссийская научная конференция с международным участием «Стационарные исследования лесных и болотных биогеоценозов: экология, продукционный процесс, динамика» (г. Сыктывкар, 2016 г.).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 24 работы, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК, получено 6 свидетельств о государственной регистрации баз данных, написано 1 учебное пособие.

Благодарности. Диссертант выражает глубокую признательность научному руководителю – доктору сельскохозяйственных наук Сергею Вениаминовичу Залесову. А также кандидату сельскохозяйственных наук Надежде Аркадьевне Кряжевских за ценную консультативную помощь по вопросам научного исследования. Отдельная благодарность сотрудникам кафедры лесоводства и отдела аспирантуры УГЛТУ за помощь в организации и проведении полевых и камеральных работ.

Структура и объем диссертации. Основной текст диссертационной работы изложен на 259 страницах, в котором помещены 93 таблицы и 77 рисунков, состоит из введения, 7 глав, заключения, рекомендаций производству, а также списка используемой литературы из 317 работ, в том числе 59 работ зарубежных авторов.

Глава 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспериментальные работы по изучению осушаемых насаждений, произрастающих на Среднем Урале, были выполнены в Свердловской области, на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ) Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ). В административном отношении район исследования территориально подчинен Железнодорожному району г. Екатеринбурга. Контора лесхоза расположена в п. Северка, в 25 км от г. Екатеринбурга (рисунок 1.1). В состав лесхоза входят 5 лесничеств (Парковое, Северское, Верх-Исетское, Уваловское и Студенческое) общей площадью 29093 га и протяженностью с севера на юг 25 км и с запада на восток 26 км.

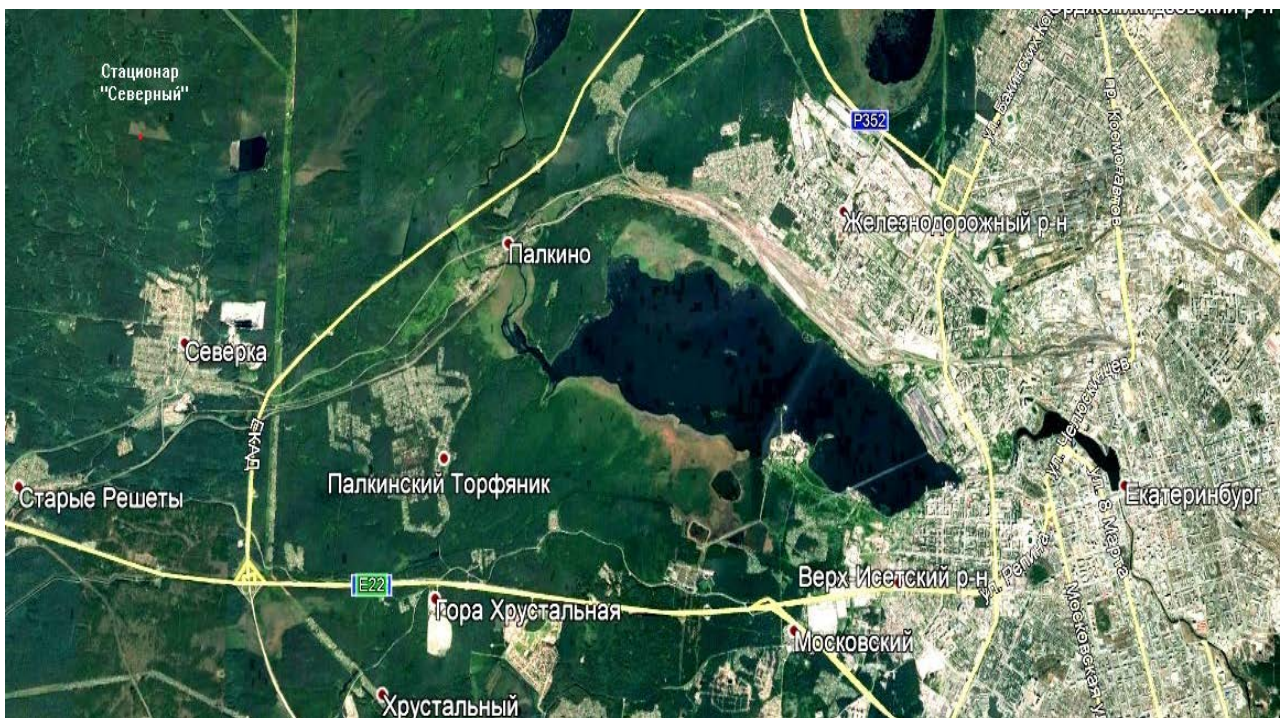


Рис. 1.1. Местоположение района исследования

В соответствии со схемой лесорастительного районирования Б.П. Колесникова с соавторами (1973), территория УУОЛ включена в южно-таежный округ Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области, а согласно действующему лесохозяйственному районированию (Приказ МПР России № 367 ..., 2014) к

Средне-Уральскому таежному лесному району. В то же время, учитывая специфику рельефа УУОЛ, Г.А. Годовалов и др. (2011, 2016) предлагают выделить УУОЛ в горный подрайон Средне-Уральского таежного района таежной зоны.

1.1. Климат

По климатическим условиям район исследования очень неоднороден из-за барьерного положения Уральских гор, оказывающих влияние на перераспределение климатоформирующих воздушных потоков трех типов: влажных и прохладных атлантических, холодных и относительно сухих арктических, а также теплых и сухих континентальных. Влага поступает преимущественно с атлантическими воздушными массами и циклонами, в меньшей степени – с полярными потоками воздуха (Колесников, 1969).

В целом климат Свердловской области принято считать умеренно континентальным с довольно суровой зимой, умеренно теплым летом, а также характерными поздними весенними и ранними осенними заморозками, которые значительно укорачивают безморозный период.

На основании литературных данных (Агроклиматический справочник ..., 1962; Капустин, Корнев, 1996) приводим следующие общеклиматические особенности по многолетним наблюдениям на разных метеорологических станциях Свердловской области (таблица 1.1). Более подробная характеристика по сезонам года приведена в агроклиматическом справочнике (Агроклиматический справочник ..., 1962).

Общеизвестно, что метеорологические условия трансформируются под влиянием многих факторов, таких как высота над уровнем моря, экспозиция склона, его протяженность, форма. Осадки являются важнейшим приходным элементом водного баланса, величина и изменчивость которого определяет увлажненность территории (Леса Европейской территории ..., 2017). Согласно данным таблицы 1.1 атмосферное увлажнение различно по регионам. Среднегодовое количество осадков составляет 471 ± 18 мм, наибольший годовой пока-

затель зафиксирован на метеопосту Шамары (596 мм), наименьший – Алапаевск (402 мм). Средняя продолжительность безморозного периода – 106 ± 3 дней. Средняя температура воздуха в январе составляет $-16,3 \pm 0,2$ °С, в июле – $+17,4 \pm 0,8$ °С.

Таблица 1.1. – Общеклиматические особенности по данным метеостанций Свердловской области (Капустин, Корнев, 1996)

Район (высота над уровнем морья, м)	Среднемесячная температура, воздуха °С		Средняя продолжи- тельность безмороз- ного периода, дни	Сумма среднеме- сячных температур воздуха более 10 °С	Среднее количество осадков, мм		
	января	июля			за теплый период	за холод- ный период	годовое
Тавда (62)	-17	17,8	118	1848	336	112	448
Ирбит (70)	-16	18,5	122	2025	348	120	468
Талица (97)	-15,6	18,5	112	2020	325	113	429
Камышлов (113)	-16,3	18,1	115	1985	325	112	437
Алапаевск (126)	-16,6	17,2	101	1729	317	85	402
Богданович (159)	-16,8	17,6	104	1844	325	87	412
Реж (206)	-16,1	17,1	105	1753	354	110	464
Шамары (247)	-16,3	16,5	94	1600	421	177	598
Екатеринбург (282)	-15,3	17,4	115	1798	360	105	465
Висим (314)	-16,8	16,1	88	1526	412	129	541
Кузино (333)	-16,2	16,2	96	1574	380	133	513
Статистические показатели							
М	-16,3	17,4	106	1791	355	117	471
σ	0,5	0,8	11	176	36	25	59
mM	0,2	0,3	3	53	11	8	18
V	3,2	4,9	10,3	9,8	10,1	21,3	12,5
P	1,0	1,5	3,1	3,0	3,0	6,4	3,8

Б.П. Колесниковым (1969) было отмечено, что в условиях Среднего Урала создается сложная мозаика местного климата, важно учитывать эти особенности при проведении различных лесохозяйственных мероприятий. Метеорологические наблюдения в УУОЛ велись с 1954 по 1970 гг., были представлены неполными рядами климатических параметров, и лишь с постройкой стационарного метеорологического поста (расположен на высоте 270 м над уровнем

моря) наблюдения за погодой приняли систематический характер. Данные по динамике осадков и температуры воздуха с 1968 по 1994 гг. подробно проанализированы в работах А.С. Чиндяева (2008). Так, за 27-летний период наблюдений им были подтверждены резкие колебания по атмосферному увлажнению ($V=68\%$) и по температурному режиму воздуха ($V=30\%$), как по месяцам, так и в целом за год и вегетационный период. В среднем за год выпадает $536\pm 18,3$ мм осадков, из них около 64% приходится на вегетационный период ($343\pm 15,6$ мм). Средневегетационная температура воздуха $12,9\pm 0,2$ °С, среднегодовая – $1,2\pm 0,2$ °С. Мощность снежного покрова $52\pm 3,5$ см, а его плотность $0,19\pm 0,001$ г/см³. Все вышесказанное позволяет сделать вывод, что климат района исследования довольно влажный и прохладный, способствует избыточному увлажнению почв.

Основные показатели тепла и осадков за последние 10 лет были проанализированы по данным ближайшей метеостанции г. Екатеринбурга (таблицы 1.2 и 1.3).

Десятилетний период наблюдений за осадками и температурой воздуха показал, что они изменчивы и значительно отличаются от нормальных многолетних показателей. Наиболее нестабильным, в плане осадков, является май ($V=61\%$) и август ($V=56,8\%$), средние многолетние значения для этих месяцев $42\pm 7,6$ мм и $70\pm 12,0$ мм соответственно. Среднегодовое количество осадков за период наблюдений $501\pm 23,8$ мм при $V=15,8\%$ и $P=4,8\%$, а за вегетационный период – $292\pm 22,2$ мм при $V=25,2\%$ и $P=7,6\%$, что ниже установленной нормы на 7,4 и 15,6%. Характер поступления осадков за вегетационный период по нашим многолетним данным подтверждает общие закономерности для области: резкое увеличение количества осадков с мая, достигая максимума в июле ($75\pm 9,3$ мм) и снижение, до аналогичного мая, показателя в сентябре (таблица 1.2).

Таблица 1.2. – Динамика осадков по району исследования за последние 10 лет, мм (метеостанция г. Екатеринбург)

Год	Месяцы					Среднее значение суммы осадков за V-IX месяцы	Среднее значение суммы осадков за год
	V	VI	VII	VIII	IX		
2008	79	36	54	111	85	365	536
2009	49	34	81	147	17	328	551
2010	25	50	63	64	38	240	438
2011	55	77	82	29	41	284	424
2012	29	55	38	48	53	223	447
2013	43	65	47	36	46	237	478
2014	23	125	114	72	14	348	613
2015	90	63	119	117	29	418	631
2016	7	45	31	24	57	164	404
2017	36	107	107	47	33	330	488
2018	21	52	86	81	41	281	467
норма	50	75	90	73	58	346	541
Статистические показатели							
M	42	64	75	70	41	292	498
σ	25	29	31	40	20	74	76
mM	7,6	8,6	9,3	12,0	5,9	22,2	28,8
V	61,0	44,3	41,1	56,8	47,6	25,2	15,2
P	18,4	13,3	12,4	17,1	14,4	7,6	4,6

В течение вегетационных периодов разных лет наблюдались как влажные, так и сухие годы (рисунок 1.2). К наиболее засушливым годам относятся (в порядке возрастания): 2016 г. (164 мм), 2012 г. (223 мм), 2013 г. (237 мм) и 2010 г. (240 мм). Количество выпавших осадков здесь ниже нормы в 1,5-2,1 раза. Самый влажным как за вегетационный период, так и за год – 2015 г. (418 и 631 мм соответственно).

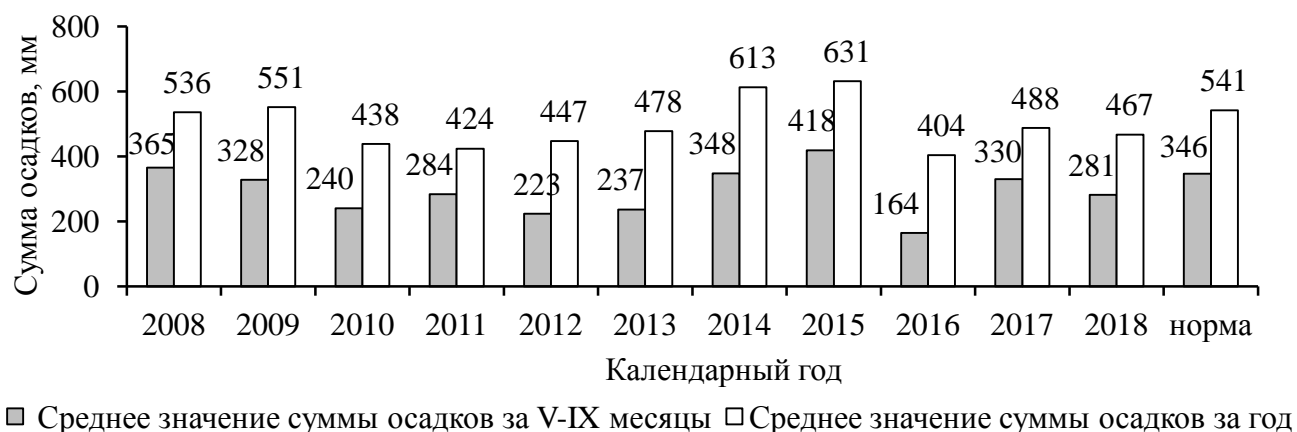


Рис. 1.2. Динамика количества осадков по району исследования

Проведенный анализ динамики температуры воздуха показал, что данный показатель также имеет значительные колебания, как по годам, так и по месяцам, но менее выраженные, по сравнению с осадками (V не превышает 18,9%) (таблица 1.3). Средневегетационная температура воздуха составила $+15,4 \pm 0,3$ °С, а за год – $3,5 \pm 0,2$ °С, что почти на 0,8 и 0,5 °С выше установленной нормы.

Таблица 1.3. – Динамика температуры воздуха по району исследования за последние 10 лет, °С (метеостанция г. Екатеринбург)

Год	Месяцы					Средняя температура воздуха за V-IX месяцы	Средняя температура воздуха за год
	V	VI	VII	VIII	IX		
2008	11,2	16,9	21,3	16,4	7,7	14,7	4,6
2009	11,6	18	17	15,8	12,6	15,0	3,2
2010	14,4	18,4	20,6	19,1	11,2	16,7	3,0
2011	12,4	16,6	19,5	15,2	12,7	15,3	2,9
2012	13,8	20,1	21,8	18,2	10,9	17,0	4,1
2013	11,6	18,6	19,7	17,6	11,1	15,7	4,1
2014	14,6	16,3	14,4	17,2	9,1	14,3	2,4
2015	13,3	19,7	15,4	13,3	11,4	14,6	3,6
2016	13,5	17,5	20,2	23,0	11,2	17,1	3,7
2017	10,2	15,5	18,0	17,7	9,5	14,2	3,5
2018	9,6	14,4	20,9	16,0	12,1	14,6	2,7
норма	11,3	17,1	19,0	15,9	9,8	14,6	3,0
Статистические показатели							
M	12,4	17,5	19,0	17,2	10,9	15,4	3,5
σ	2	2	2	2	2	1	1
mM	0,5	0,5	0,7	0,8	0,5	0,3	0,2
V	13,6	9,9	13,0	14,4	14,1	7,0	19,7
P	4,1	3,0	3,9	4,4	4,3	2,1	5,9

Наиболее жарким месяцем по многолетним данным является июнь ($+19,0 \pm 0,7$ °С, что полностью соответствует норме). Распределение средних температур за вегетационный период по различным годам, показывает, что наиболее жаркими были 2010, 2012 и 2016 гг. однако, их среднегодовые значения не является максимальным (рисунок 1.3).

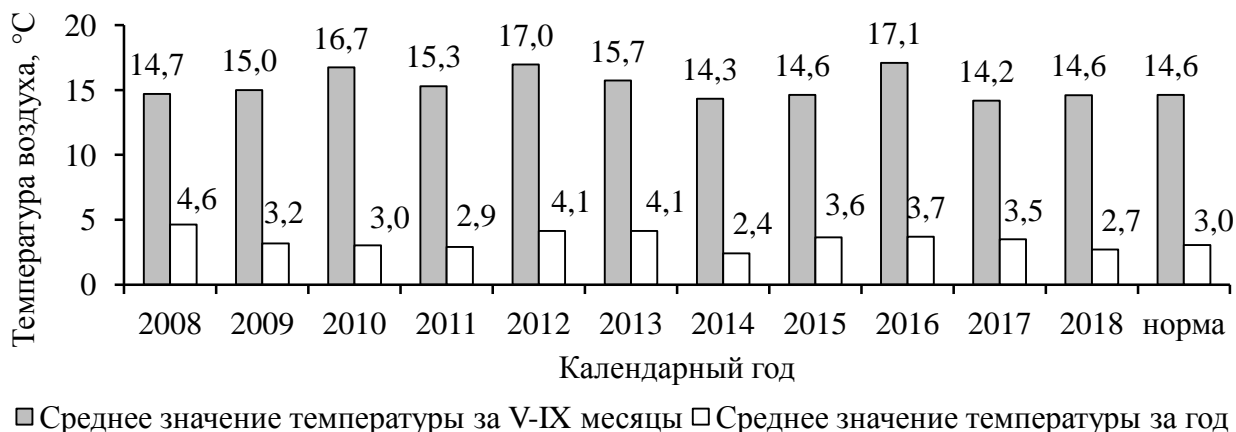


Рис. 1.3. Динамика температуры воздуха в районе исследования

Таким образом, за исследуемый период самыми жаркими и засушливыми годами (т.е. потенциально пожароопасными по условиям погоды) за вегетационный период были: 2010, 2012 и 2016 гг.

1.2. Рельеф и почвы

По характеру рельефа область делится на две части западную горную и восточную холмисто-равнинную. При этом на территории области выражена высотная поясность всех географических явлений и в том числе лесного покрова. Следовательно, рельеф сыграл здесь ключевую роль в распределении растительности (Горчаковский, 1968).

Район исследования расположен на восточном макросклоне Среднего Урала. Ландшафт характеризуется как низкогорий, представлен широкой (до 100 км) холмистой равниной (Зауральский пенеплен), пологой наклоненной к Западно-Сибирской равнине (Борисевич, 1968; Залесов, 2000). Она покрыта чередующимися относительно невысокими возвышенностями, вытянутыми грядами и равнинными понижениями в виде котловин, ложбин, узких пойм и небольших рек. Возвышенности характеризуются туповершинными сглаженными денудацией мягкими контурами, склоны длинные и пологие, имеющие среднюю абсолютную высоту над уровнем моря до 380 м (Арефьева, 1972). Абсо-

лютная отметка наиболее пониженной части территории равна 250 м. над уровнем моря. Местами наблюдаются скалистые обнажения горных пород, нагромождения крупных глыб гранита высотой 20 м и более.

Неоднородность по геологическому строению, характеру рельефа и почвообразующим отложениям сказывается на общем рисунке почвенного покрова, его разнообразии. Почвы района исследования, по данным Б.П. Колесникова (1969, 1973), сложены из метаморфических, магматических, изверженных и осадочных палеозойских горных пород. Почвообразующими отложениями являются суглинистый элювий-делювий, тяжелосуглинистый элювий горных пород и покровные глины. В подзоне южной тайги, как отмечают Г.С. Погодина и Н.Н. Розов (1968), ровные дренированные участки и нижние части склонов представлены дерново-подзолистыми почвами на легких и средних суглинках с мощностью почвенного профиля в среднем 70-80 см, при этом гумусовый горизонт не превышает 12 см, подзолистый – 15 см (Погодина, Розов, 1968). Кроме того, здесь широко распространены бурые горные неполноразвитые, (маломощные, формирующиеся в верхних частях склонов), типичные и оподзоленные почвы (слабокислые, с высокой насыщенностью основаниями), формирующиеся в средних местоположениях (Фирсов, 1977). Плоские понижения и котлованы, заняты озерами с болотистыми берегами, заболоченными долинами рек, а также обширными пространствами с избыточным увлажнением, представленными подзолисто-болотными и болотными почвами (Опытное лесохозяйственное предприятие ..., 1995).

1.3. Гидролесомелиоративный фонд

Гидролесомелиоративный фонд (ГФ) включает в себя земли лесного фонда, малопродуктивные вследствие неблагоприятного водного режима и нуждающиеся в его улучшении, к ним относятся болота, заболоченные и минеральные гидроморфные земли (Чиндяев, 2008; Залесов, Тукачева, 2018). Основная информация о ГФ Свердловской области приведена в работах

В.И. Маковского с соавторами (1977), Н.А. Дружинина (1977) и Е.Д. Сабо и др. (1981). Несмотря на наличие серьезных работ в данной области сведения об истинных размерах ГФ остаются весьма противоречивыми. В целом, если придерживаться данных Е.Д. Сабо и др. (1981), можно констатировать, что на территории Свердловской области заболоченность лесного фонда одна из самых высоких по Уральскому региону, она составляет 40,5% (или 5,6 млн. га.), причем больше половины земель приходится на заболоченные и болотные леса (более 3,5 млн. га). От общей площади лесов гослесфонда Уральского региона 29% приходится на верховые болота, 20 и 51% на переходные и низинные соответственно (Сабо, 1980).

По данным В.И. Маковского и А.С. Чиндяева (1988) высокое значение коэффициента увлажнения (более 1,5) служат маркером для установления границ земель с потенциально возможным развитием болотообразовательного процесса. На рисунке 1.4 приведены средние многолетние коэффициенты увлажнения по 10 метеостанциям Свердловской области.

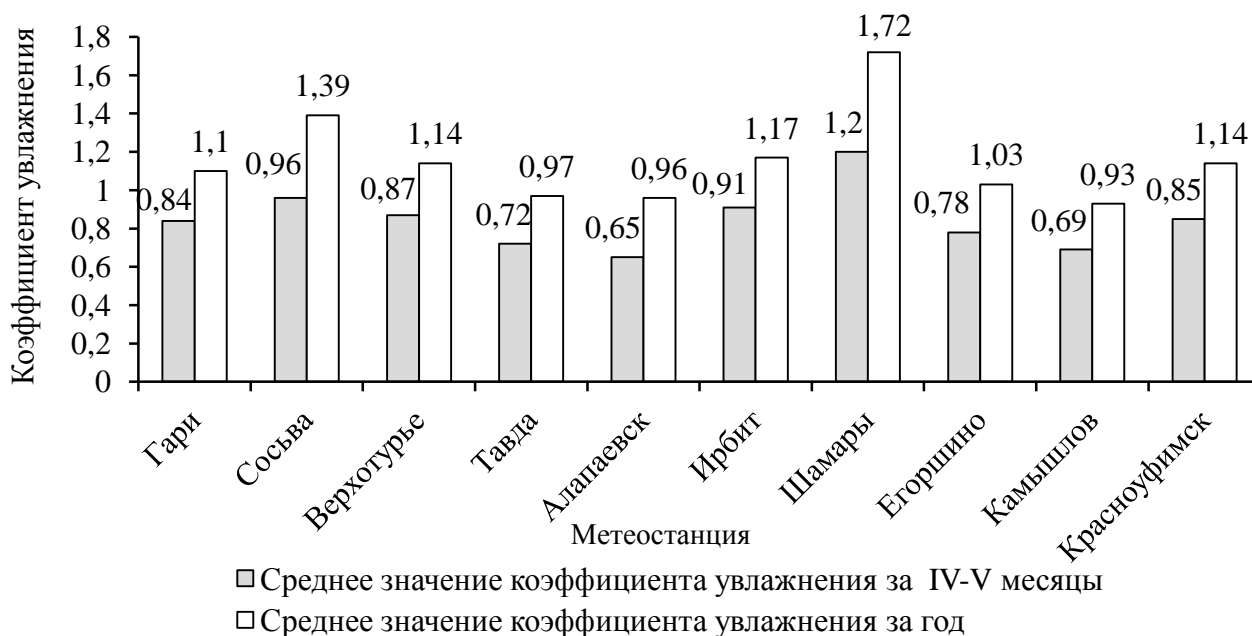


Рис. 1.4. Средние многолетние коэффициенты увлажнения для районов Свердловской области (Маковский, Чиндяев, 1988)

На западном склоне Уральских гор граница избыточного увлажнения проходит через 57° с.ш. и 58° с.ш. – на восточном. Для условий равнинного Зауралья границы смещаются на север до 59° с.ш. (Маковский, Чиндяев, 1988)

Средние многолетние коэффициенты увлажнения за вегетационный период по метеоданным Екатеринбурга и п. Северки составляют 0,81 и 0,93 соответственно и характеризуются по градации атмосферного увлажнения как умеренно влажные (Маковский, Чиндяев, 1988; Кряжевских, 1995).

Согласно схеме гидролесомелиоративного районирования, разработанной В.И. Маковским с соавторами (1977), для Свердловской области выделены три очереди лесоосушения, зоны ограниченного и не рекомендованного освоения (рисунок 1.5).

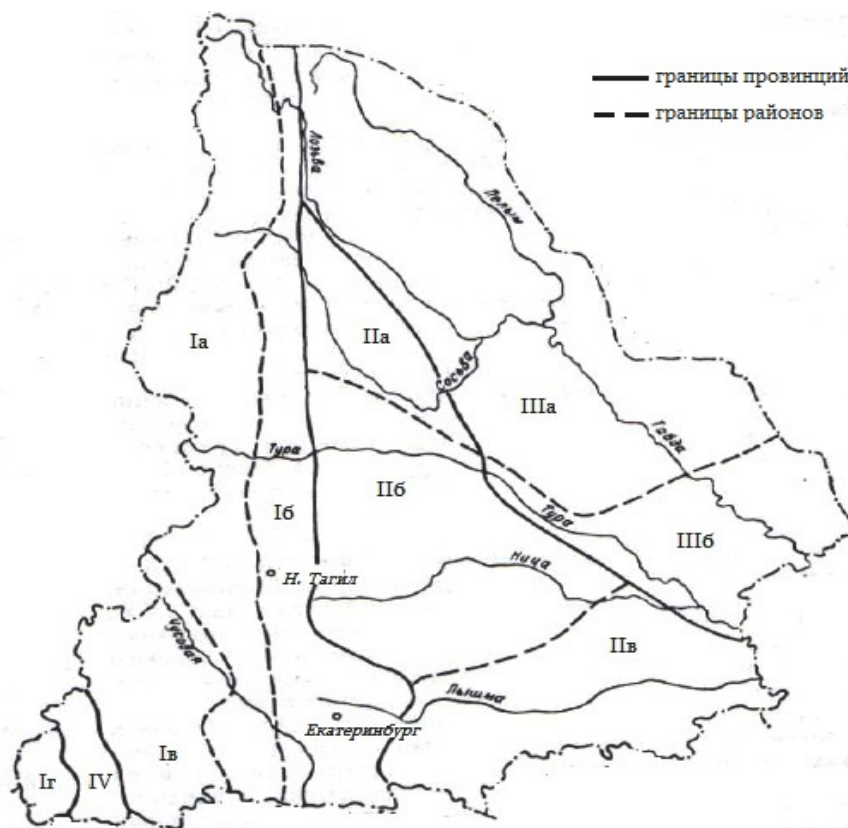


Рис. 1.5. Гидролесомелиоративное районирование Свердловской области (Маковский и др., 1977). Примечание: I – Уральская горная провинция: Ia – Центральный горный район, Ib – Зауральский предгорный район Iв – Предуральский предгорный район, Ig – район Уфимского плато; II – Зауральская холмисто-равнинная провинция: IIa – среднетаежный район, IIб – южно-таежный район, IIв – предлесостепной район, III – Притобольская таежно-равнинная провинция: IIIa – северо- и среднетаежный район, IIIб – южно-таежный район; IV – Красноуфимская лесостепная провинция

Основанием для выделения лесных земель, нуждающихся в улучшении водного режима, в отдельный гидролесомелиоративный район послужил принцип единства климатических, гидрологических, почвенно-грунтовых условий и однотипности рекомендованных им мелиоративных мероприятий (Залесов, Тукачева, 2018).

Согласно этой схеме, южно-таежный район Зауральской холмисто-равнинной провинции (II₆) подлежит первоочередному осушению (заболоченность данного района более 20%); южно-таежный район Притобольской таежно-равнинной провинции (III₆) – второй очереди; среднетаежный район Зауральской холмистой провинции – третьей очереди (Маковский и др., 1977).

Несмотря на обширные территории, нуждающиеся в регулировании водного режима, осушение на Среднем Урале носит экспериментальный характер. Так на территории УУОЛ, заболоченность которой составляет более 21% (включает в себя 1,6 тыс. га не покрытых лесом болот и 4,5 тыс. га заболоченных земель), осушено 185 га (или 0,6% от общей площади) (Маковский, Чиндяев, 1988) В целом по Свердловской области имеются всего 3 опытных стационарных объекта по гидролесомелиорации, площадью около 400 га. Все они представляют научную ценность и включены в реестр мелиоративно-болотных стационаров России (Чиндяев, 2006).

Выводы:

1. Территориально район исследования, в соответствии со схемой лесорастительного районирования Б.П. Колесникова и др. (1973), включен в южно-таежный округ Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области, а согласно действующему лесохозяйственному районированию в Средне-Уральский таежный лесной район.

2. Ландшафт низкогорный, верхние и средние части склонов представлены почвами бурыми горными, типичными и оподзоленными, а плоские понижения и котловины – подзолисто-болотными и болотными.

3. Несмотря на присущий для Свердловской области умеренно-континентальный климат, характеризующийся продолжительной (106 ± 3 дней) холодной зимой (средняя температура января $-16,3$ °С), коротким умеренно теплым летом (средняя температура июля $+17,4$ °С) и поздними весенними и ранними осенними заморозками, существенное влияние оказывает рельеф, формирующий широкую мозаику погодных условий по районам.

4. Климат района исследования довольно влажный (среднегодовое количество осадков $536 \pm 18,3$ мм) и прохладный (среднегодовая температура $-1,2 \pm 0,2$ °С), способствует избыточному увлажнению почв (коэффициент увлажнения $0,93$).

5. Заболоченность области является одной из самых высоких в Уральском регионе, превышающая $40,5\%$ ($5,6$ млн. га.) площади лесного фонда, более половины составляют заболоченные и болотные леса. Конкретно для района исследования данный показатель составляет 21% ($6,1$ тыс. га).

6. Осушительная мелиорация в районе исследования носит экспериментальный характер, общий объем осушительных работ не превышает $1,0\%$ от ГФ УУОЛ.

Глава 2. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Практически во всех странах мира есть торфяные болота, на долю которых приходится 4% суши. Однако более трети всех болот сосредоточены на территории России (Вомперский, 2011), что и определяет ее лидирующие позиции по мировым запасам торфа (Инишева, 2009). По разным оценкам заболоченность РФ составляет 369,1 млн. га, или 21,6% территории страны (Вомперский и др., 2005; Инишева, 2009).

Дискуссионным является вопрос о динамике и масштабах заболачивания. По мнению ряда ученых, данный процесс статичен и ограничен естественными природными барьерами – крупными формами рельефа (Елина, 1981; Коломыцев, 1988). Другие, наоборот, отмечают высокие темпы заболачивания, причинами которых является изменение климата и активное антропогенное вмешательство (Великанов, 1999; Дружинин, 2006; Инишева, 2009). По данным Б.С. Маслова (2006), за последнее десятилетие в мире площадь болот неуклонно растет со скоростью более 1 млн. га в год. В России заболачивается около 30 тыс. га ежегодно (Маслов, 2006).

В настоящее время в мире использованием и освоением болот в той или иной степени занимаются 101 страна Европы, Азии, Америки, Африки, Австралии и Океании (Константинов и др., 2010а).

Осушение имеет многовековую историю. Наиболее старыми объектами в мировой практике являются бывшие болота на территории современной Италии, знаменитые Понтийские болота, расположенные к юго-востоку от Рима, осушенные за 300 лет до нашей эры (Heikurainen, 1959, 1959a), а также Падано-Венецианская равнина на севере Италии (Маслов, 2008).

Слово мелиорация происходит от латинского слова «melioration», что означает «улучшение». Всего в мелиоративной практике насчитывается более 85 видов мелиорации (Мелиоративная энциклопедия, 2004).

Проблема резкого сокращения экономически доступных лесов в России является одной из актуальных (Константинов, Великанов, 2001; Кудряшов и

др., 2001). В виду большой заболоченности отдельных регионов России единственным эффективным и апробированным в производственных условиях средством по интенсификации лесного хозяйства на данных территориях является гидролесомелиорация (Пахучий, 2014; Пахучий, Пахучая, 2016, 2017). Под гидролесомелиорацией понимается система мероприятий по регулированию водного режима лесных почв, направленная на коренное улучшение их водно-воздушного, пищевого и температурного режимов, что обеспечивает в лесных насаждениях получение дополнительного прироста древесины (Луганский и др., 2010).

За все время существования гидролесомелиорации ведутся серьезные дискуссии между сторонниками и противниками этого мероприятия (Константинов и др., 2004; Сабо, 2009). Однако вопрос о целесообразности проведения осушения должен исходить из комплексной оценки как положительных, так и отрицательных результатов, иметь индивидуальный подход для различных регионов, учитывать объем мелиоративного фонда и направленность его использования. Так, например, в одной из своих работ Д.Е. Сабо (2009), указывает, что в Чехии в виду малого объема мелиоративного фонда, торф в основном используют в бальнеологических целях, а в Финляндии – в лесохозяйственных.

Во многих странах торфяники осушались в основном для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования (He et al., 2016). Так, например, в тропиках осушение практически всегда сопровождалось вырубкой леса для дальнейшего выращивания на данных территориях продовольственных культур (Anshari et al., 2010; Yule, 2010). В северных странах мелиоративные работы преследовали цель повышения продуктивности лесов и качества выращиваемой древесины, а также освоения труднодоступных лесов (Paavilainen, Päivänen, 1995; Remm et al., 2013). В Швеции площадь, занятая лесами на осушаемых торфяниках составляет 1,5 млн. га (Ernfors et al., 2007), в Норвегии – 420 тыс. га, в Канаде – 25 тыс. га (Minkkinen et al., 2008). Для Литвы, Латвии, Эстонии и Республики Беларусь данный показатель равен 590, 500, 460 и 280 тыс. га соответственно (Minkkinen et al., 2008). В России гидролесомелиоративные работы

были выполнены на площади в 4,1 млн. га (Маслов, 2008; Бабилов, 2010), что составляет около 2% от заболоченных земель лесного фонда (Корольчук и др., 2011). При этом 75% осушаемых земель приходятся на леса, остальные 25% на болота (Маслов, 2008; Бабилов, 2010; Корольчук и др., 2011). Объем осушительных работ варьирует по регионам, так, например, в Карелии данный показатель составляет 12% от гидролесомелиоративного фонда (Гаврилов, 2011), а в Ленинградской области – 30% (Великанов, Ильин, 1996).

Колоссальный опыт осушения заболоченных территорий, в целях лесохозяйственного освоения, представлен в Финляндии, где до 1997 года было осушено примерно 50% от общей площади торфяных болот (Peltomaa, 2007; Lehosmaa et al., 2018; Lehosmaa, 2018). Благодаря мелиорации и облесению болот, на площади 5,7 млн. га, что составляет 25% от общей площади лесов (Sarkkola et al., 2013), и поддержанию осушительных систем в рабочем состоянии финны существенно повысили производительность своих лесов, в значительной мере обеспечили древесиной лесную промышленность (Niemen et al., 2010). В. Стрежелецкий и С. Поповский (1980) отмечают, что из 48 млн. м³ годовичного прироста древесины 40% обеспечивается благодаря гидролесомелиорации, а прирост древесины на севере и юге страны составляет соответственно от 1 до 6 м³/га в год (Draining forest ..., 1989). В настоящее время вклад осушения в общий рост лесов страны составляет примерно 25% (Päivänen, Hånell, 2012; Stenberg et al., 2018).

Начиная с 1992 года, в силу ряда причин, осушение переувлажненных земель лесного фонда России больше не проводится (Константинов, 2016), как и уход за ранее осушенными объектами (Андронов и др., 2014). Аналогичная ситуация наблюдается и в Финляндии, где осушение новых территорий с 1997 года запрещено на законодательном уровне (Lehosmaa et al., 2018), однако данный факт не мешает эксплуатировать старые объекты мелиорации, и ежегодно производить техническое обслуживание осушительных каналов на 60-70 тыс. га (Sarkkola et al., 2013).

Эффективная работа осушительной системы является ключевым фактором в управлении лесами на торфяных почвах (Braekke, 1983; Sarkkola et al., 2010; Sarkkola et al., 2013). Однако на всем протяжении межканального пространства могут создаваться разные условия увлажнения почв: от каналов уровень почвенно-грунтовых вод (ПГВ) постепенно возрастает, и, как правило, максимально приближается к поверхности почвы в центре межканального пространства (Prévost et al., 1997; Хабарова, 2016).

Норма осушения относится к фундаментальным понятиям гидроресомелиорации (Русецкс, 1991). Под нормой осушения, согласно ОСТ 56-76-84, понимается такое значение глубины залегания грунтовых вод в наименее осушенной зоне между осушителями в заданный период года, обеспечивающее достижение оптимального (исходя из поставленных задач) водно-воздушного режима почв. Правильно установленная норма осушения во многом определяет успех мелиоративных работ и, как следствие, обеспечивает максимальную продуктивность насаждений (Пахучий, Пахучая, 2014). Следует отметить, что это не постоянная величина, она различна в зависимости от трофности почв и типа болот (Бабииков, 2009). По данным А.Д. Дубаха (1945) глубина уровня ПГВ 30-50 см считается оптимальной для роста леса на торфяных почвах. В более поздних работах указываются иные нормы осушения за вегетационный период: 50-60 см, при кратковременном затоплении (не более 7 суток) – 20-30 см (Вомперский и др., 1975). Для Белоруссии этот показатель соответствует 40-50 сантиметров, а для Норвегии и Финляндии соответственно 30 и 70 сантиметров (Порошилов, 2007), для Ленинградской области норма осушения находится в пределах 40-60 см (Елпатьевский, 1964; Бабииков, 1970; Вомперский и др., 1975). Средняя за вегетацию норма осушения на переходных и верховых болотах должна быть на уровне 30-40 см (Маслов, 2006), а для сосняков сфагновой группы типов леса не менее 20-24 см (Пахучий, Пахучая, 2014).

Следует избегать кратковременного подтопления в течение вегетационного периода, которое, по мнению ряда ученых, вызывает снижение роста древостоев (Орлов, 1966; Поляков, 1970; Вомперский и др., 1975). Особенно опасно

данное явление в июне-июле, поскольку именно в это время у древесных растений наблюдаются интенсивные ростовые процессы (Залесов, 2000). В работах А.Я. Орлова (1957, 1966) было установлено, что малое (менее 0,5 мг) содержание растворенного кислорода в болотной воде приводит к необратимым негативным последствиям для корневой системы.

Анализ литературных данных показал, что гидрологический режим осушаемых лесных земель давно и хорошо изучен учеными из разных стран: в Украине (Михович, 1979), Республике Беларусь (Эркин, 1934; Будыка, 1959; Смоляк Реуцкий, 1971; Петров, 1983; Ипатьев, 2003), Латвии (Буш, 1970; Залитис, 1999), Литве (Русецкас, 1977, 1991; Русецкас, Григалюс, 2009), Норвегии (Braekke, 1983), Финляндии (Päivänen, Hännell, 2012). Что касается нашей страны, исследования выполнены на Урале (Маковский, Чиндяев, 1988; Чиндяев, 1995; Иматова, 1997; Грозин, 2003; Чиндяев и др. 2004; Чиндяев, Горяева, 2010; Солнцев, 2014), в Пермском крае (Корепанов А.А., 1989; Корепанов С.А., 2000; Корепанов А.Д., 2012), в Республике Коми (Пахучий, 1991, 1993), на Северо-Западе (Дубах, 1945; Сабо, 1983; Елпатьевский, 1957; Бабилов, 1970, 2005; Вомперский и др., 1975), в Западной Сибири (Глебов, 1970; Ефремов, 1972, 1987) и других регионах.

Важную роль в регулировании водного режима на осушаемой территории играет биологический дренаж (или эвапотранспирация), то есть расход влаги древостоем на транспирацию и физическое испарение (Бабилов, 2005; Jutras et al., 2006). Исследования, проведенные финскими учеными, указывают, что высокопродуктивные древостои способны самостоятельно поддерживать уровень ПГВ на достаточной глубине за счет эвапотранспирации, даже в условиях плохой эффективности дренажа, в отличие от медленно растущих древостоев (Lauhanen, Ahti, 2001; Ахти и др., 2011; Sarkkola et al., 2013). По отдельным данным не менее важную роль в регулировании ПГВ играет не только пространственное размещение деревьев, но и наличие обильно развитой кустарничковой растительности, которая по интенсивности эвапотранспирации может быть равной древостою (Sarkkola et al., 2013). Таким образом, полученные ре-

зультаты исследований могут быть использованы при создании альтернативных методов реконструкции осушаемых территорий (Ахти и др., 2011).

Данные о сроках эффективной работы осушительной системы в различных регионах сильно варьируют, однако в среднем составляет 20 лет, после чего наступает прогрессирующий спад отвода избыточной влаги (Кац и др., 1977; Тараканов, 2007). Согласно данным Н.А. Дружинина (2006) в условиях низинного, переходного и верхового типа заболачивания этот показатель соответствует 16-18, 17-34 и 19-29 лет. При плохой «работе» 69% каналов осушительной системы создаются условия для заболачивания лесов (Безпалько, 2004). Для болотно-травяной, осоково-сфагнутой и сфагнутой групп типов леса минимальный процент функционирующих каналов не должен быть меньше 50-55, 60-65 и 70-75% соответственно (Дружинин, 2006).

При естественном старении осушительных систем этот процесс может затянуться на 35-40 лет (Дружинин, 2006). Отсутствие ухода за каналами приводит к процессу вторичного заболачивания, то есть восстановлению до естественного состояния (Linden, Geel, 2006; Ракович, Ратникова, 2012) и верховые болота в этом плане считаются наиболее устойчивыми к осушению по сравнению с другими типами болот (Гашкова, Синюткина, 2015). В своих работах А.П. Смирнов (2003) и Н.А. Дружинин (2006) пришли к выводу, что при естественном старении мелиоративной сети процесс повторного заболачивания идеи достаточно медленно. В условиях верхового болота, он не приводит к выраженной дигрессии древостоя, а на низинных и переходных почвах в отдельных случаях отмечается гибель всего древостоя (Смирнов, 2003; Дружинин, 2006). В России в хорошем состоянии находится лишь 14% осушаемых земель (Маслов, 2008), а темпы их заболачивания в одной только Ленинградской области составляет 8 тыс. га в год (Великанов, 1999).

Лесоводственный эффект осушения лесных земель в значительной степени зависит от географического положения осушаемого участка (Корепанов, Дружинин, 1994; Бабинов, 2005). Финские ученые (Heikurainen, Laine, 1976) пришли к выводу, что различия в росте, вызванные различием в сумме температур,

нельзя компенсировать за счет применения минеральных удобрений или сокращением расстояний между каналами. Исследования эффективности гидроресомелиорации в России и за рубежом имеют региональную направленность (Корепанов, 1989), что достаточно широко освещено в специальной научной литературе (Пятецкий, 1963; Сабо, 1980; Heikurainen, 1982; Keltikangas et al., 1986). Изменения величины прироста связаны с широтными различиями в теплообеспеченности (Вомперский и др., 1975), так, например, дополнительный прирост древесины в одинаковых типах леса в южной Карелии почти в 2 раза больше, чем в северной (Пахучий, 1991).

Эффективность гидроресомелиорации определяет потенциальное плодородие и водный режим почвы, а также системы лесохозяйственных мероприятий по выращиванию высокопродуктивных древостоев (Буш, 1959; Вомперский, 1968; Вомперский и др., 1975). Поэтому грамотный выбор объектов, соблюдение необходимой нормы осушения и своевременный уход за насаждениями и осушительной сетью позволяет получить максимальный не только лесоводственный, но и экономический эффект.

Практически все ученые сходятся во мнении, что осушение верховых болот является нежелательным мероприятием, поскольку не окупает вложенных затрат на осушение (Шведова, 1997, Ефремова и др., 2008; Чикалюк, 2009; Матюшкин и др., 2010; Корепанов и др., 2011; Landry, Rochefort, 2012; Якимов, 2016). Однако применение минеральных удобрений способно значительно повысить производительность таких древостоев (Ipatiev, Raavilainen, 1975; Лайне, Сеппеля, 1978; Бабилов, 2004; Renou, Farrel, 2005), при условии исправной работы осушительной системы (Кусакин, Шведова, 2010). По мнению ряда ученых (Константинов, Юзепчук, 1972; Буш, Залитис, 1977; Пятин, 1976; Корепанов, 2000; 2002), положительный лесоводственный эффект при осушении верховых болот возможен еще в том случае, если болото представлено смешанной залежью, то есть под слоем верхнего торфа расположен более богатый переходный. Осушение низинных и переходных болот дает практически во всех случаях положительный результат (Шведова, 1997).

Общеизвестно, что с проведением гидролесомелиоративных работ повышается производительность и рост лесов на торфяных почвах (Heikurainen, 1964; Чиндяев, 1995; Raavilainen, 1995; Залесов, 2000; Jutras et al., 2002; Laiho, 2006; Бабилов, 2013; Корепанов, 2012; Пахучий, Пахучая, 2014), и характеризуют постмелиоративные сукцессии как прогрессивные (Нешатаев, 2017).

Наиболее ценными объектами, с научной точки зрения, являются старосушенные леса на торфяных почвах (Пахучий, Пахучая, 2014). По некоторым данным запас древостоя сосны и ели на таких объектах через 50-100 лет после осушения достигает 200-450 кубометров на гектаре, а ежегодный прирост – 2-10 м³ на гектар (Константинов, 2016), согласно другим данным – 500-600 м³ на гектаре и более (Бабилов, 2013). Однако без осушения на этих участках к возрасту рубки запас древостоя составлял бы менее 50-150 м³ на гектар (Константинов, Порошин, 2007; Константинов и др., 2010). Классическим примером успеха гидролесомелиорации является Суланда и Хейновское болота в Лисинском учебно-опытном лесхозе, а также Олайнские болота Латвии (Бабилов, 2013).

В результате осушения происходит осадка торфа. Так, например, на осушенном болоте в городе Хомстед (Англия) за 130 лет поверхность торфяника опустилась в 2 раза от первоначальной мощности торфа (7 м), то есть данный процесс протекает в среднем со скоростью 2,8 см в год (Маслов, 2008). При осушении переходно-низинных болот помимо осадки торфа, наблюдается смена процесса торфообразования (переходные виды торфа при осадке до 30 см исчезают) (Драндина, 2013).

В целом осушение улучшает условия роста корневой системы (Корепанов, 1989; Hökkä et al., 2002), благодаря снижению уровня почвенно-грунтовых вод увеличивается приток кислорода в корнеобитаемый слой торфа (Кощеев, 1955; Орлов, 1966; Веретенников, 1968; Вомперский, 1968; Ефремов, 1987), а это в свою очередь, вызывает цепь изменений в физических, химических (Валк, 1959; Коллист, 1959) и микробиологических (Козловская, 1963, 1975) свойствах почвы. Улучшаются и рост растений, и агрохимические свойства почвы, что в ко-

в конечном итоге повышает ее плодородие (Пьянченко, 1985; Загуральская, 1987; Бондаренко, Коваленко, 1979; Аврова, 2009). По данным Ю.Ю. Русецкас (1991) основная масса корней деревьев (80-97%), как на осушенных, так неосушенных участках, сосредоточена в поверхностном слое (0-20 см). После осушения увеличивается насыщенность корнями почвенного горизонта в 3-5 раз, а сами корни углубляются на 20-60 см, на староосушенных участках данный показатель для хвойных пород достигает 1,0-1,2 м (Русецкас, 1991).

Лесоводственная эффективность гидролесомелиорации зависит от возраста древостоя на момент осушения и давности осушения. Чем моложе древостой, тем лучше он использует продуктивность почвенных условий и наоборот. С увеличением давности мелиорации ее эффективность также повышается.

Достаточно болезненно реагируют на осушение спелые и перестойные хвойные древостои (Шведова, 1997), возраст которых в условиях низинных и переходных болот превышает 160 лет, а на верховых – более 120 лет (Тараканов, 2007), при этом отмечается резкое увеличение паталогического отпада, вплоть до полного разрушения древостоя (Шведова, 1997). Лучшей отзывчивостью на осушение обладают сосняки возрастом до 60 лет и ельники – не старше 40 лет. Это оптимальный возраст древостоев в период проведения мелиоративных работ (Шведова, 1997).

На участках с регулируемым водным режимом наблюдается смена типов леса (Гельтман, Ловчий, 1974; Капустинская, 1982; Маковский, Новгородова, 1990; Голод, 2003). Трансформация типов леса протекает медленно (от 30 до 70 лет) и, как правило, включает несколько этапов (Константинов, Порошин, 2003; Саковец, Матюшин, 2006). А.М. Тараканов (2007) установил, что под влиянием осушения формируются типы леса по составу пород, строению, продуктивности насаждений и видовому составу напочвенного покрова внешне сходные с суходольными лесами. Направленность изменений некоторых типов леса следующая: сосняки и ельники травяно-болотные формируют травяно-кисличные, осоково-сфагновые – чернично-зеленомошные и чернично-долгомошные, сосняки сфагновые – чернично-кустарничково-сфагновые типы леса (Тараканов,

2007). В своей работе В.Ю. Нешатаев (2017) отмечает, что при интенсивном осушении верховых торфяников таежной и подтаежной зоны Европы образуются аналоги сосняков брусничных типов леса. На бедных переходных и богатых переходных и низинных торфах соответственно формируются ельники черничники и ельники кисличные. По данным Г.Б. Великанова с соавторами (2006) в зависимости от интенсивности осушения для одного и того же типа леса пути трансформации будут отличаться. Несмотря на то, что сукцессия в данных лесах идет в сторону своих аналогов на суходолах, они обладают существенными отличиями, поэтому становится вполне логичным выделение особых типов леса на данных территориях. Такие работы были выполнены в ряде Прибалтийских стран, в Финляндии (Буш, 1970; Каразия, Капустинскайте, 1977; Lõchmus, 1981) и для северо-западной части России (Федорчук и др., 2005).

Реакция компонентов лесоболотных биогеоценозов при осушении неодинакова, как по времени проявления, так и по своей направленности (Ефремов, 1987). В.Г. Рубцов и А.А. Книзе (1981) выделяют три этапа роста мелиорируемых древостоев: начальный, срединный и конечный. Например, продолжительность начального периода (перестройки биотических и абиотических взаимосвязей между компонентами биогеоценоза) на Среднем Урале составляет 10-15 лет (Чиндяев, 1995), соответственно, переход в срединный этап роста происходит во втором десятилетии (Чиндяев, 1998; Чиндяев и др., 1999). В.Г. Рубцов с соавторами (1975) полагал, что на начальном этапе рано делать выводы о лесоводственной эффективности мелиорации. По данным П.А. Феклистова и др. (1997) дополнительный прирост древесины формируется на протяжении 30 лет, а затем происходит его спад более чем в 2 раза. В условиях северной подзоны европейской тайги максимальный текущий прирост приходится на 10-15 год после осушения, а во втором десятилетии идет его затухание (Харитонов, Попов, 1992). По другим данным снижение прироста наблюдается через 25-40 лет (Чертовской, Истомина, 1968) и чем выше густота древостоя, тем активнее идет спад (Дружинин и др., 2011).

Лучшие условия роста для деревьев складываются в непосредственной близости от каналов (Корепанов, Дружинин, 1994; Prévost et al., 1999; Jutras et al., 2002; Корепанов и др., 2011), однако данное положение не нашло своего подтверждения в работе Т.Е. Шведовой (1997). Также было отмечено, что по мере удаления от магистрального канала в сосняке кустарничково-сфагновом снижаются параметры ассимиляционного аппарата: длина и средняя площадь хвои, а также площадь и масса хвои на дереве (Хабарова, 2016).

На торфяных почвах не формируются абсолютно одновозрастные насаждения, даже в лесных культурах и в лесах пирогенного происхождения (Дружинин, 2006). Молодой древостой, возникший еще до осушения, развивается с унаследованными от прежних условий пороками ствола (Рубцов, Книзе, 1981), и по сортиментной структуре представлен в основном балансовой древесиной (Смирнов, Пазухина, 2003). Однако в высокобонитетных насаждениях естественного и искусственного происхождения древесина сосны ничем не уступает, а порой по отдельным параметрам превосходит древесину на минеральных почвах (Смирнов, Пазухина, 2003).

Достаточно широко изучены вопросы влияния осушения на рост деревьев и их производительность, однако сведения о влиянии осушения на биоразнообразие не так многочисленны (Laine et al., 1995; Кряжевских, 1995; Валетов, 1999; Залесов, 2000; Talbot et al., 2010; Грабовик, 2010; Remm et al., 2013). Они представлены, в основном, данными однократных учетов, проведенных через большой промежуток времени после осушения (Грабовик, 2010). Общеизвестно, что в числе первых на происходящие изменения реагируют травяно-кустарничковый и моховой ярусы (Маковский и др., 1989). В целом, осушение незначительно влияет на богатство видов, но заметно меняет их композиционный состав (Валетов, 1999; Remm et al., 2013), типичная болотная растительность постепенно замещается лесной (Talbot et al., 2010). Так, например, в условиях осушаемого олиготрофного болота, на месте сфагновых поселяются зеленые лесные мхи, в частности, плевроциум (Korpela, 2004). Разрастается багульник, черника (Pellerin, Lavoie, 2003; Talbot et al., 2010), а также морошка и

брусника (Landry, Rochefort, 2012). С увеличением сомкнутости материнского древостоя, снижается видовое разнообразие ЖНП (Pellerin, Lavoie, 2003; Lachance et al., 2005; Landry, Rochefort, 2012). Сначала снижается продуктивность, а затем и полностью из состава ЖНП исчезает вереск болотный и клюква (Paavilainen, Päivänen, 1995; Валетов, 1999; Talbot et al., 2010).

Л.С. Козловская с соавторами (1978) отмечают, что независимо от типа осушаемых болот фитомасса травяно-кустарничкового и мохового покрова уменьшается. К отрицательным последствиям гидролесомелиорации некоторые ученые относят и снижение продуктивности ягодных угодий (Вомперский и др., 1975; Paavilainen, Päivänen, 1995; Косицын, 1997, Talbot et al., 2010). Однако существуют работы, доказывающие обратное, так, например, в условиях Среднего Урала осушение болотных сосняков не приводит к снижению общей наземной фитомассы ягодных кустарничков, а лишь изменяет ее распределение по основным видам (Кряжевских, 1995; Залесов, 2000). Комплексное влияние осушения и рубок благоприятно сказывается на росте ЖНП, увеличении его видового разнообразия и продуктивности (Кряжевских, Залесов, 1995; Матвеева, 1998), чем интенсивнее изреживание древостоя при рубках, тем активнее разрастается ЖНП (Remm et al., 2013; Залесова, 2013; Смирнов и др., 2016). При плохой работе дренажа и интенсивной рубке идет экспансия сфагновых мхов (Ву Ван Чьонг, 2018).

Лесовозобновительный процесс наиболее уязвим под действием неблагоприятных факторов, а его интенсивность пополнения носит циклический характер (Дружинин, 2006). Естественному возобновлению на осушаемых территориях посвящено достаточное количество научных работ: С.П. Ефремов (1972), В.М. Медведева (1978), Е.Д. Сабо и др., (1981), В.Г. Рубцов, А.А. Книзе (1981), Н.А. Кряжевских (1995), И.А. Иматова (1997), М.А. Матвеева (1998), Н.А. Красильников (1998), V. Roaya и др., (2000), С.В. Залесов (2000), В.И. Саковец (2001), А.Н. Грозин (2003), А.С. Чиндяев и др. (2004), А.В. Порошилов (2007), А.С. Чиндяев и др. (2008), Ф.Н. Дружинин, З.Н. Старунская (2008), А.М. Тараканов (2008), А.Д. Корепанов (2012) и многие другие.

Успешность данного процесса зависит от многих факторов, среди которых, наличие источников семян и предварительного возобновления древесных пород (Коллист, 1959; Вомперский, 1968; Пахучий, 1991; Гаврилов, 1997). А также от состава, полноты и освещенности под пологом материнского древостоя, микро-рельефа, трофности и кислотности почв, интенсивности осушения и степени разрастания травяно-кустарничкового и мохового ярусов (Глебов и др., 1970; Ефремов, 1972; Федотов, 1973; Рубцов, 1973; Пятин, 1976; Ву Ван Ме, 1983; Санникова, 1984; Roaya et al., 2000; Чиндяев и др. 2008; Русецкас, Григалюнас, 2009). Свое отрицательное конкурентное влияние оказывает поверхностная корневая система материнского древостоя сосны (Пьявченко, 1960; Санников, Санникова, 1985; Санникова и др., 2012; 2012a).

По разным оценкам возобновление на осушаемых территориях характеризуется как успешное, в том числе и на верховых торфах (Тимофеев, 1982; Тараканов, 2007; Чиндяев и др., 2004; Чиндяев и др., 2008; Корепанов, 2012). Лучше всего возобновление происходит в приканальной полосе (10-20 м) и по мере удаления от нее заметно снижается (Артемьев и др., 1980; Гаврилов, 1997; Roaya et al., 2000). Центр межканального пространства по данным Н.Н. Соколова, А.А. Бахтина (1999) являются наименее благоприятными для роста подроста. Материалы некоторых исследователей также указывают на достаточно высокий уровень отзывчивости хвойного подроста на осушение и проведение рубок (Артемьев и др., 1980; Медведева, 1989; Ветошкин, 1990; Чиндяев, Иматова, 1997; Тараканов, 2007). По породному составу на верховых торфах формируются в основном сосновые молодняки с примесью березы, и чем выше плодородие почвы, тем больше доля участия березы и ели (Чиндяев, 1995; Залесов, 2000; Тараканов, 2007). При планировании рубок целесообразно ориентироваться на естественное возобновление, поскольку сохранность лесных культур в данных условиях не превышает 25% (Иванов, 1980; Ионин и др., 1989; Залесов, 2000). Древостой, сформировавшийся из сохраненного подроста предварительной генерации, более адаптирован к данным условиям произрастания и по некоторым показателям превосходит лесные культуры (Вомперский, 1968; Ел-

пательский и др., 1978). Однако если количество жизнеспособного подроста хозяйственно ценных пород в возрасте до 10 лет не превышает 1,0 тысячи экземпляров на гектар или естественное возобновление не возможно вовсе, то согласно Д.Е. Сабо и др. (1981) требуется создание лесных культур. Нежелательно допускать смены хвойных пород на березу пушистую, поскольку ее древесина характеризуется на осушаемых болотах низким качеством (Гаврилов, 2011).

Все чаще в публикациях многих ученых отмечаются отрицательные экологические последствия осушительной мелиорации. В частности происходит ухудшение водных экосистем, их заиление, повышение удельной нагрузки и концентрации питательных веществ (Holden et al., 2004, Jyväsjärvi et al., 2014, Nieminen et al., 2017), а также изменение биогеохимических циклов, загрязнение почв и атмосферы, увеличение эмиссии углекислого газа, изменение биоразнообразия флоры и фауны (Von Arnold et al., 2005; Furukawa et al., 2006; Więcek et al., 2013; Hommeltenberg et al., 2014; Kasimir et al., 2018; Nieminen et al., 2018). Леса на осушаемых торфяных почвах являются одним из источников выбросов парниковых газов, в частности закиси азота (Ernfors et al., 2007; Maljanen et al., 2011; He et al., 2016; Kasimir et al., 2018) (третий по значимости парниковый газ по Киотскому протоколу (1998)), который образуется в результате аэробного разложения органического вещества (Regina et al., 1996).

Минимизировать или нивелировать многие негативные последствия, связанные с мелиорацией, по мнению ряда ученых, можно за счет естественного восстановления осушенных площадей (Landry, Rochefort, 2012; Судник и др., 2015; Хмелевский, 2015; Якимов, 2016). Однако, на практике, повторное заболачивание, с одной стороны, позволит снизить пожарную опасность за счет повышения уровня ПГВ, а с другой из-за неблагоприятных условий, оставшийся древостой будет активно переходить в отпад, то есть пополнять территорию горючим материалом (Синюткина и др., 2015).

В России первое упоминание о болотах датируется 1092 г. в связи с происходящими на них пожарами (Инишева, 2009). По данным космического мони-

торинга (Goldammer, 2010) ежегодно площадь пожаров достигает нескольких миллионов гектар, один только экономический ущерб оценивается в 5% от бюджета страны (Семенова, 2016). Общеизвестно (Маслов, 2006; Пахучий, Пахучая, 2014; Константинов, 2016), что при осушении лесов повышается класс пожарной опасности. Верховые болота в этом плане наиболее опасны, как в осушенном, так и неосушенном состоянии, что объясняется естественной способностью к возгоранию ЖНП и сфагнового торфа (Залесов, 2006; Синюткина и др., 2015). Иными словами, потенциальная пожароопасность возрастает от низинного торфа к верховому (Гришин и др., 2006, 2013; Синюткина и др., 2015). Для осушаемых территорий характерны все виды лесных пожаров (Арцыбашев, 2004), однако наиболее опасными и разрушительными являются торфяные, поскольку они способны сохраняться на протяжении длительного времени (до нескольких лет) и выделять в атмосферу токсичные продукты горения торфа (Page, 2002; Залесов, 2002; Синюткина и др., 2015).

Согласно данным С.В. Залесова (2006), проведение гидролесомелиоративных работ неоднозначно сказывается на пожарной обстановке. С одной стороны появляются более огнестойкие виды, как в составе древостоя, так и в нижних ярусах растительности, а также система осушительных каналов и дорожной сети, помимо своего прямого назначения, здесь выполняет еще и функцию барьера на пути распространения низовых пожаров. Развитие дорожной сети обеспечивает быстрый доступ к очагу возгорания. С другой стороны даже незначительное (до 10 см) понижение уровня ПГВ снижает влажность поверхностного торфяного слоя с 2400 до 1600%, в период засух торф, вблизи магистрального канала, становится исключительно пожароопасным (Залесов, 2006). Возможно самовозгорание торфа при снижении его влажности до 40-50% полной влагоемкости (Хорошавин и др., 2013), поэтому во избежание данного эффекта необходимо поддерживать влажность поверхностного слоя на уровне не ниже 50-65% полной влагоемкости (Хорошавин и др., 2013; Жезмер и др., 2015).

Последствия пожаров на осушаемых торфах кардинально отличаются от таковых на суходолах (Нешатаев, 2017). Следствием пожаров является не только деградация и уничтожение растительности, верхних слоев торфа и ускорение биогеохимических циклов элементов (Guoping et al., 2015), но и возврат биогеоценоза к ранним стадиям заболачивания (Нешатаев, 2017). Восстановительные сукцессии происходят на данных территориях крайне медленно. Некоторые ученые отмечают, что спустя 25 лет после пожара гарь характеризуется лишь ранней стадией становления лесного фитоценоза (Цареградская, Косицын, 1999). Согласно данным С.П. Ефремова с соавторами (2009) в течение 70-110 лет после пожара формируются исходные виды ЖНП, а на окончательное восстановление древостоя потребуется 240-320 лет и более.

В целях предупреждения и прогнозирования возникновения лесных пожаров рядом ученых предприняты попытки разработки унифицированной шкалы для определения пожарной опасности на осушаемых землях лесного фонда и рекомендации по противопожарному районированию для отдельных районов (Безпалько, 2004; Безпалько и др., 2004; Фролов, Константинов, 2005).

Известно, что проведение мелиоративных работ является лишь начальной стадией освоения лесов на торфяных почвах, необходимо проведение дополнительных лесоводственных мероприятий.

Достаточно большое количество работ посвящено лесоводственному уходу в осушаемых лесах (Поляков, 1970; Кряжевских, 1995; Иматова, 1997; Матвеева, 1998; Залесов, 2000; Луганский и др., 2002; Константинов, Порошин, 2003; Чиндяев и др., 2004; Дружинин, 2006; Тараканов, 2005, 2007, 2010; Дружинин, Дружинин, 2010; Матюшкин, 2010; Матюшкин и др., 2010; Дружинин и др., 2011; Залесова, 2012; Пахучий, 2016; Пахучий, Пахучая, 2016; Чыонг Ву Ван, 2018 и многие другие).

Согласно данным В.В. Пахучева (2016), основными нормативными документами, регламентирующими проведение рубок в осушаемых насаждениях являются «Руководство по осушению лесных земель» (1986) и «Основные положения по гидролесомелиорации» (1995). В действующих правилах заготовки

древесины (Приказ МПР России № 747 ..., 2016) понятие гидролесомелиорация не используется, можно только предположить, что леса на мелиорируемых торфяных почвах были приравнены к лесам на суходолах.

Согласно данным Н.А. Дружинина с соавторами (2011) лесоводственный уход за осушаемыми древостоями не имеет существенных отличий от такового на суходолах, и преследует следующие основные цели: улучшение породного состава, условий роста деревьев главной породы и качества древесины, создание устойчивых насаждений, сокращение сроков выращивания, сохранение и улучшение всех полезных свойств, присущих лесам. При этом назначение каждого вида рубок должно учитывать биологические и лесоводственные закономерности формирования стадий онтогенеза древостоя перед осушением, давность производства мелиоративных работ, породный состав и возрастное строение (Дружинин, 2006). С учетом всего выше перечисленного для каждого конкретного насаждения при проведении рубок будут решаться свои определенные задачи. Рубки ухода на осушаемых объектах обладают рядом особенностей, среди которых можно выделить более широкий диапазон возрастов по видам рубок, отсутствие четкой последовательности в проведении всех видов рубок ухода, а также их комплексный характер (Залесов, 2000; Тараканов, 2005). Исключение составляют насаждения, возникшие после осушения.

В результате рубок происходит существенная трансформация всех компонентов лесного биогеоценоза (Залесов, 2000; Remm et al., 2013; Пахучий, 2016).

Рубки стимулируют развитие ЖНП травяно-кустарничкового яруса, продуктивность которого в некоторых случаях увеличивается в 2 раза (Иматова, 1997), а также возрастает встречаемость и урожайность ягодных растений (Кряжевских, 1995; Залесов, 2000; Дружинин, 2006).

Промедление с рубками на объектах с малоэффективной работой осушительной системы может привести к потерям всего накопленного прироста, вследствие, перехода большого количества деревьев в отпад (Чикалюк, Книзе, 2007; Чикалюк, 2008). Сосняки на осушаемых торфах являются резервом для лесозэксплуатации (Чикалюк, 2008) и при надлежащем ведении хозяйства в дан-

ных лесах (своевременный уход за осушительной системой и проведение лесоводственных мероприятий) можно заготовить значительные объемы древесины (Гаврилов, 2011).

При рубках древостоя на олиготрофных участках с дефицитом питательных веществ, крупные древесные остатки (КДО) должны быть оставлены на месте, чтобы избежать истощения запасов калия (Sarkkola et al., 2016), однако, в целом сохранение КДО, не гарантируют достаточный запас питательных веществ в долгосрочной перспективе (Pearson et al., 2017). Скорость разложения КДО в торфяных лесах европейской зоны уменьшается с увеличением широты, иными словами, мягкий климат способствует быстрому их распаду (Pearson et al., 2017).

Одним из предлагаемых решений по повышению производительности лесов на осушаемых землях является создание плантационного хозяйства в богатых лесорастительных условиях (Маслаков, 1988; Кудряшов и др., 2001; Константинов, 2016). Это позволит проводить досрочную сплошную рубку (в возрасте 50-60 лет) и сократить оборот рубки в 2 раза (Чикалюк, 2008; Константинов, 2016).

В.Ф. Чикалюк (2008) и В.К. Константинов (2016), а также ряд других ученых, считают, что осушаемые лесные земли должны иметь особый статус, который необходимо закрепить на законодательном уровне (в Лесном кодексе РФ), а также возродить само понятие гидролесомелиорация, как один из видов лесохозяйственного мероприятия по повышению продуктивности лесов.

Подводя итог проведенному анализу литературных данных по широкому кругу вопросов, касаемо гидролесомелиорации, можно констатировать, что на сегодняшний день по эффективности мероприятий, направленных на коренное улучшение условий произрастания заболоченных лесов и повышение их производительности альтернативы мелиорации просто нет.

Выводы:

1. Несмотря на то, что в последние два десятилетия, осушительные работы не проводятся, интерес к гидролесомелиорации не угасает и свидетельство тому значительное количество публикаций в широкой печати, как в России, так и за рубежом.

2. Анализ накопленного мирового, в том числе и российского, опыта лишний раз доказывает, что при грамотном выборе объекта, установлении нормы осушения, своевременном проведении работ по уходу за каналами и насаждениями можно выращивать высокопродуктивные древостои и получить значительный лесоводственный и экономический эффект.

3. Несомненно, что осушение влияет на все компоненты биогеоценоза по-разному и не одновременно, запускает сложный и очень длительный процесс трансформации типов леса, который в насаждениях одних и тех же типов леса, в зависимости от интенсивности осушения, может существенно отличаться.

4. Осушение незначительно влияет на видовое богатство травяно-кустарничкового яруса, при этом существенно меняет его композиционный состав в сторону лесных видов.

5. Естественное возобновление на осушаемых территориях проходит практически всегда успешно, однако появление большого количества всходов и самосева еще не является надежным гарантом наличия подроста.

6. Осушаемые леса обладают высокой пожароопасностью. Последствия пожаров на данных территориях более разрушительные, чем на суходолах, а процесс восстановления до состояния исходных до пожара насаждений может растянуться на несколько веков.

7. К сожалению, в настоящее время понятие гидролесомелиорация и все, что с ней связано, находятся вне правового поля. Однако без возобновления осушения с учетом накопленного опыта и достигнутого лесоводственного успеха, в районах с избыточным увлажнением, лесная отрасль обречена на экстенсивную форму ведения лесного хозяйства. Безусловно, при принятии решений необходимо исходить из комплексной оценки как положительных, так и

отрицательных результатов, применять индивидуальный подход для различных регионов, учитывать объем мелиоративного фонда и направленность его использования.

8. Проблема истощения лесосырьевой базы затрагивает и Уральский регион, где в лесном фонде сосредоточены значительные заболоченные территории. Однако, несмотря на данный факт, проведение гидролесомелиорации носит лишь экспериментальный характер. А абсолютное большинство исследований по вопросу ведения лесного хозяйства в насаждениях на осушаемых торфах в условиях Среднего Урала приходится на начальный и срединный периоды их роста, по результатам которых, как отмечает В.Г. Рубцов с соавторами (1975) еще рано делать вывод об эффективности мелиорации. Наиболее важным является конечный периоды, однако данные о нем не многочисленны и затрагивают лишь отдельные вопросы. Кроме того за последние 10 лет отсутствуют актуальные сведения о санитарном состоянии и естественном возобновлении под пологом материнского древостоя. Немногочисленны данные о комплексном влиянии осушения и рубок на древостой и нижние яруса растительности, а восстановительные сукцессии после пожара на верховом болоте не изучены вовсе. Все вышесказанное указывает на необходимость более детального изучения широкого круга вопросов, касаемо ведения лесного хозяйства на объектах гидролесомелиорации на Среднем Урале.

Глава 3. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

3.1. Программа исследований

Программа исследований разработана в соответствии с поставленными задачами и включает изучение следующих вопросов:

- динамики основных лесоводственно-таксационных параметров древостоя в насаждениях различных типов леса и его текущего санитарного состояния;
- динамики нижних ярусов растительности, их реакции на различные лесоводственные мероприятия;
- процесса лесовозобновления на валежной гари, особенности роста и развития подроста и его ассимиляционного аппарата. Определение запаса и диагностика стадий разложения крупных древесных остатков на валежной гари;
- оценки состояния осушительной сети по состоянию на 2018 г.;
- разработки предложений по совершенствованию ведения лесного хозяйства на осушаемых площадях.

3.2. Методика исследований

В связи с комплексным характером работ использовались различные общеизвестные методики, широко применяемые в лесоводственных и мелиоративных исследованиях.

Основным методом сбора экспериментальных данных являлось полевое обследование насаждений на постоянных пробных площадях (ППП). Постоянной пробной площадью называют часть лесного участка, подвергающуюся периодически перечислительной таксации и используемого в качестве эталона (Анучин, 1971). Следует отметить, что наши исследования базируются на уже существующих ППП, заложенных проф. А.С. Чиндяевым,

проф. С.В. Залесовым и доцентом Н.А. Кряжевских в период с 1988 по 1992 гг. Пробные площади учеными закладывались в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами: ОСТ 56-69-83 (ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные ..., 1983), а также рекомендациями по закладке и обработке материалов пробных площадей в осушаемых насаждениях (Рубцов, Кнize, 1974, 1981). Согласно требованиям для закладки пробных площадей подбирались одновозрастные или условно одновозрастные насаждения наиболее типичных типов леса, представленные древостоями естественного происхождения с преобладанием сосны в составе. При подборе пробных площадей использовались принципы генетической классификации типов леса, а также положение о том, что насаждения разных возрастов, имеющие сходную историю возникновения и формирования, и произрастающие в одинаковых лесорастительных условиях, можно объединить в один естественный генетический ряд развития (Кряжевских, 1995). Типологическое описание пробных площадей производилось по классификации В.Н. Сукачева, С.В. Зонна (1961) и Б.П. Колесникова, Р.С. Зубаревой, Е.П. Смолоногова (1973). Всего для различных целей исследования сотрудниками кафедры лесоводства было заложено 12 ППП (в том числе 3 ППП трехсекционные), площадью от 0,07 до 0,4 га. Суммарная площадь всех ППП 3,37 га, что составляет 2,81% от общей площади стационара. Специфической особенностью большинства ППП на стационаре «Северный» является их прямоугольная форма с протяженностью длинной стороны, равной межканальному пространству (Залесов, 2000). Такой вариант размещения ППП, в отличие от принятой в мелиоративной практике ленточной формы ППП, закладываемой длинной стороной параллельно осушительному каналу (Рубцов, Кнize, 1974), позволяет анализировать динамику таксационных показателей древостоя в зависимости от расстояния до магистрального канала. Для этого каждая ППП дополнительно делилась на квадраты 10x10 м (Залесов, 2000). Общая схема размещения изучаемых ППП на гидролесомелиоративном стационаре «Северный» представлена на рисунке 3.1.

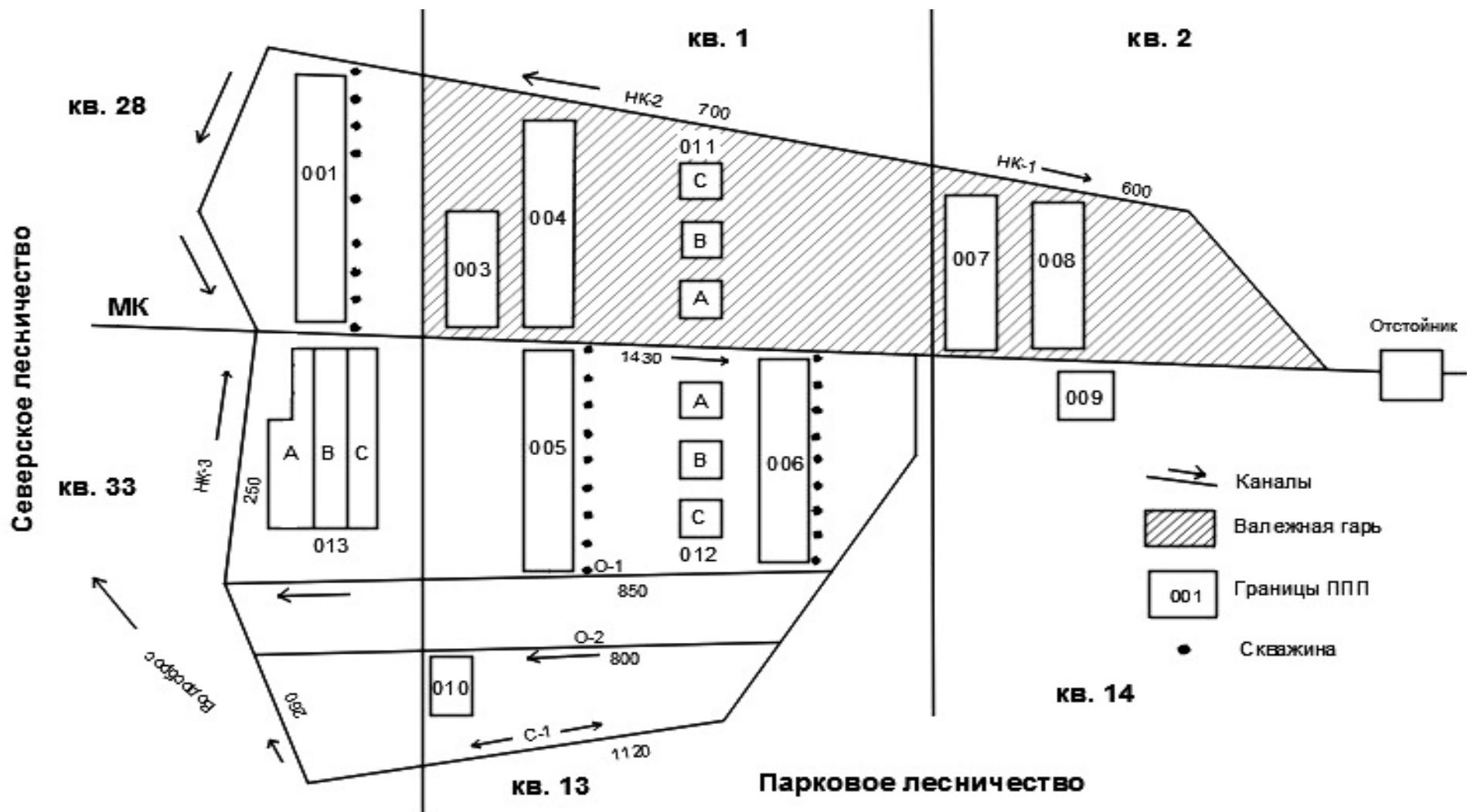


Рис. 3.1. Схема осушительной системы и размещения ППП на стационаре «Северный»

(МК – магистральный канал; НК-1, НК-2, НК-3 – нагорные каналы; О-1, О-2 – осушители; С-1 – собиратель)

На каждой ППП производилось лесоводственно-геоботаническое описание, с указанием особенностей древостоя, подроста и напочвенного покрова. Данные прошлых лет были переведены в цифровой формат и использованы в диссертационной работе с указанием ссылки на автора первоисточника, в соответствии с правилами цитирования.

Для изучения состояния и особенностей роста древостоев на ППП проводился сплошной переčet деревьев с распределением их по породам и категориям жизненного состояния. Сухостойные деревья учитывались отдельно. Замер диаметра у каждого дерева производился мерной вилкой на высоте 1,3 м в двух взаимно перпендикулярных направлениях с точностью до 1 мм. Для уточнения возрастной структуры древостоя и анализа радиального прироста, были отобраны керны возрастным буровом у шейки корня и на высоте 1,3 м у 5-10 деревьев, близких к среднему диаметру (Вомперский, 1968; Антанайтис, Загреев, 1996). После сплошного перечета высотомером Suunto PM-5/1520 PC измерялись высоты у 15-20 деревьев с точностью до 0,1 м. Отбор деревьев производился по принципу ступенчатого представительства. Основные таксационные показатели рассчитаны по стандартным формулам (Усольцев, Залесов, 2005). Материал обрабатывался с применением методов математической статистики.

Категория санитарного состояния каждого дерева оценивалось визуально по семибалльной шкале, приведенной в приложении 1 Постановления Правительства РФ от 20.05.2017 №607 «О правилах санитарной безопасности в лесах», имеет следующие критерии:

1 – здоровые (без признаков ослабления); крона дерева густая (для данной породы, возраста и условий местопроизрастания); хвоя (листва) зеленая; прирост текущего года нормального размера;

2 – ослабленные; крона разреженная; хвоя светло-зеленая; прирост уменьшен, но не более чем наполовину; отдельные ветви засохли;

3 – сильно ослабленные; крона ажурная; хвоя светло-зеленая, матовая; прирост слабый, менее половины обычного; усыхание ветвей до 2/3 кроны; плодовые тела трутовых грибов или характерные для них дупла;

4 – усыхающие; крона сильно ажурная; хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая; прирост очень слабый или отсутствует; усыхание более $2/3$ ветвей;

5 – свежий сухостой; хвоя серая, желтая или красно-бурая; кора частично опала;

5 (а) – свежий ветровал; хвоя зеленая, серая, желтая или красно-бурая; кора обычно живая, ствол повален или наклонен с обрывом более $1/3$ корней;

5 (б) – свежий бурелом; хвоя зеленая, серая, желтая или красно-бурая; кора ниже слома обычно живая, ствол сломлен ниже $1/3$ протяженности кроны;

6 – старый сухостой; живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; стволовые вредители вылетели; в стволе мицелий дереворазрушающих грибов, снаружи плодовые тела трутовиков;

6 (а) – старый ветровал; живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; ствол повален или наклонен с обрывом более $1/3$ корней; стволовые вредители вылетели;

6 (б) – старый бурелом; живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; ствол сломлен ниже $1/3$ протяженности кроны; стволовые вредители выше места слома вылетели; ниже места слома могут присутствовать: живая кора, водяные побеги, вторичная крона, свежие поселения стволовых вредителей;

7 – аварийные деревья; деревья со структурными изъянами (наличие дупел, гнилей, обрыв корней, опасный наклон), способными привести к падению всего дерева или его части и причинению ущерба населению или государственному имуществу и имуществу граждан.

По количественному соотношению деревьев разных категорий санитарного состояния устанавливался средневзвешенный балл санитарного состояния для древостоя. Определение насекомых-вредителей леса, их ходов на древесине, а также плодовые тела трутовых грибов производилось по специализированным определителям и справочникам (Ильинский, 1962; Ижевский и др., 2005; Коткова и др., 2015).

Определение класса роста объективно отражает социальное расчленение популяции деревьев в насаждении в возрасте его приспевания и спелости (Чиндяев и др., 2007). При ранжировании деревьев по их росту и развитию применялась классификация Г. Крафта, согласно которой все деревья подразделяются на 5 классов. К первому классу относятся исключительно господствующие деревья. Кроны таких деревьев хорошо развиты и расположены над основным пологом. Второй класс представлен господствующими деревьями, которые составляют основной полог, кроны деревьев уступают по своему развитию только деревьям из первого класса. Деревья третьего класса или «согосподствующие» также входят в основной полог леса, но несколько ниже деревьев второго класса и их кроны менее развиты, испытывают угнетение со стороны господствующих деревьев. Четвертый класс включает деревья, которые не входят в основной полог, их кроны заглушены и имеют слабо развитую однобокую или флагообразную форму. Наконец, деревья пятого класса размещаются под основным пологом, это сильно угнетенные, отмирающие или уже отмершие деревья. Кроме того последние два класса делятся на подклассы. Однако в нашем исследовании мы ограничились разделением на подклассы только 5 категории. На основании полученных данных рассчитывался средневзвешенный показатель класса роста древостоя. Помимо классификации Крафта, где оценка социального расположения деревьев носит больше субъективный характер, применялась ранговое расчленение деревьев, которое также оценивает их классовое положение в древостое и отображает особенности его строения (Третьяков, 1927; Чиндяев и др., 2007).

Естественное лесовозобновление (как процесс) – образование нового поколения леса на лесных землях естественным путем любыми лесообразующими породами, в том числе мерами содействия (Луганский и др., 2010).

Лесовозобновительные процессы и рост подроста под пологом материнских насаждений изучали в границах ППП по общепринятым методикам с учетом методических рекомендаций А.В. Побединского (1966) и требований Пра-

вил лесовосстановления (Приказ МПР России №375 ..., 2016), в конце сентября и начале октября 2012, 2015 и 2017 гг.

На каждой ППП при определении количество подроста, самосева и всходов был произведен сплошной пересчет с закладкой учетных площадок размером 2x2 м, заложенных по диагоналям в количестве не менее 20 шт. с равным расстоянием между ними. Весь подрост подразделялся по породам, по группам высот (до 0,5 м – мелкий, 0,6-1,5 м – средний и выше 1,5 м – крупный), возраста (1-2 года – всходы, 3-5 лет – самосев и 6 лет и более – подрост) и по жизнеспособности (жизнеспособный, сомнительный и нежизнеспособный). В дальнейшем, при определении количества подроста, категория самосев учитывалась как подрост. При оценке успешности естественного возобновления весь подрост пересчитывался на крупный с применением коэффициентов пересчета (для мелкого применялся коэффициент 0,5, среднего – 0,8 и крупного – 1,0). Для определения характера размещения подроста по площади использовался показатель встречаемости. При его значении более 65% размещение подроста характеризуется как равномерное, 40-64% – неравномерное, менее 40% – групповое (Бунькова и др., 2011; Приказ МПР России №375 ..., 2016). Возраст подроста определялся путем подсчета годичных слоев на срезе у коневой шейки у 5 средних по высоте экземпляров. Текущий годичный прирост по высоте определялся осенью (в конце вегетации) у 10 средних по высоте экземпляров в каждой группе высот. Последующее возобновление учитывали также на ППП по аналогичной методике.

Изучение биометрических характеристик подроста проводилось на территории валежной гари спустя 8 лет после пожара посредством выкопки хвойного подроста различного возраста (от 5 до 7 лет) первой группы высот в количестве, обеспечивающем 8-10% точность работ. У каждого экземпляра измерялись следующие параметры: длина надземной и подземной частей, прирост разных лет, длина основного и боковых корней, охвоенность побега на участке 2 см, диаметр у шейки корня. Точный возраст устанавливался по древесным кольцам на срезе у коневой шейки не менее чем у 10 экземпляров подроста соответ-

вующей породы за пределами ППП. Типы деформации корневых систем подроста устанавливали по классификации Г.К. Незабудкина (1939) и С.Э. Вомперского (1968).

Определение фитомассы и гигроскопической влажности подроста в каждом возрасте производилось посредством подбора среднего экземпляра (навески). У навески устанавливалась масса на электронных весах с точностью до 0,01 г сначала в сыром, а затем и в абсолютно сухом состоянии (после высушивания в сушильном шкафу при температуре 105 °С).

При изучении ассимиляционного аппарата подроста сосны использовались рекомендации и методики П.А. Феклистова и О.Н. Тюкавиной (2014). У подроста с центрального побега обрывали всю хвою по годам. Затем у отобранных по каждому году 100 пар хвоинок измеряли следующие параметры: длину (с точностью до 0,05 мм), ширину и толщину хвоинки микрометром МК-25 0.01 КЛБ с точностью до 0,01 мм. Полученные размерные данные использовались для определения средних значений хвоинки и установления их площади по формуле (Базилевич и др., 1978):

$$S=5,14 \times L \times (a/2+b/4), \quad (1)$$

где S – площадь хвоинки сосны, мм²; 5,14 – постоянный коэффициент, полученный опытным путем; L – длина хвоинки, мм; a – толщина хвоинки, мм; b – ширина хвоинки, мм.

Влажность хвои сосны устанавливалась по формуле после взвешивания 100 пар хвоинок на электронных весах (с точностью до 0,01 г) в сыром и в абсолютно сухом состоянии (после высушивания хвои в сушильном шкафу при температуре 105 °С) (Феклистов, Тюкавина, 2014):

$$H=((a+b)/a \times 100), \quad (2)$$

где H – влажность хвои в % от ее массы в свежем состоянии; a – масса навески в свежем состоянии, г; b – масса навески в абсолютно сухом состоянии, г.

Расчетным путем была установлена масса средней хвоинки. Материал обрабатывался с применением методов математической статистики.

Под живым напочвенным покровом (ЖНП) понимается совокупность травянистых растений, полукустарников, кустарничков, мхов и лишайников, произрастающих на покрытых и непокрытых лесом землях (Луганский и др., 2010).

Для учета фитомассы живого напочвенного покрова и для общего его описания на ППП закладывались специальные учетные площадки в период максимальной вегетационной массы растений (во второй половине июля). Размер площадок составлял 0,25 м², а их число на одной ППП – 10-30 шт. Количество и размер учетных площадок подбирались в зависимости от характера напочвенного покрова. На данных учетных площадках визуально определялся следующий ряд показателей: видовой состав (то есть совокупность всех видов произрастающих в растительном сообществе), проективное покрытие, встречаемость, обилие и средняя высота вида. Обилие определялось визуально по шкале О. Друде (Бунькова и др., 2011).

Запас фитомассы травяно-кустарничкового яруса определялась на тех же учетных площадках, применялся метод укусов. Срезанная на уровне поверхности почвы фитомасса ЖНП была собрана и упакована в бумажные пакеты. На каждом пакете указывался номер ППП и номер учетной площадки. При сортировке образцы не установленных в лесу видов травяно-кустарничкового покрытия собирались в гербарий для определения по определителям. Образцы, взятые для определения массы ЖНП, сортировались по видам, после чего производилось взвешивание растений каждого вида в свежем состоянии на электронных весах с точностью измерений до 0,01 г. От каждого вида был взят образец (навеска) для определения гигроскопической влажности. Данные образцы высушивались в сушильном шкафу СНОЛ-2М при температуре 105 °С и взвешивались уже в абсолютно сухом состоянии на электронных весах с точностью до 0,01 г (Бунькова и др., 2011). Все количественные показатели были обработаны статистически и переведены в килограммы на гектар.

Изучение водного режима почв включало наблюдения за уровнем почвенно-грунтовых вод (ПГВ) в течение вегетационного периода с периодичностью замеров 3-5 раз в месяц. Использовалась методика С.Э. Вомперского (1994).

Перед началом работ определялась рабочая глубина наблюдательных скважин на всем протяжении гидроствора, которая должна составлять не менее 2,0 м, то есть находиться ниже глубины осушительного канала на 0,1-0,2 м. Размещение наблюдательных скважин на всем протяжении гидроствора соответствует стандартной схеме (0,01 L; 0,05 L; 0,15 L; 0,25 L; 0,5 L, где L – расстояние между каналами). Замеры проводились только на тех скважинах, которые находятся в непосредственной близости от изучаемых нами объектов. Схема расположения всех скважин на территории стационара «Северный» представлена на рисунке 3.1. Для оценки состояния осушительной сети визуально определялась степень захламленности, заиления дна, зарастания и разрушения откосов каналов. Производились замеры глубины каналов и уровень стояния воды в них. Для определения количества осадков брались данные ближайших метеостанций.

Определение запаса и диагностика стадий разложения крупных древесных остатков (КДО) на валежной гари выполнено с учетом методических рекомендаций Е.И. Бергмана и Е.Л. Воробейчика (2017). КДО подразделялся на две категории: сухотой и валеж. При учете сухостоя измерялся диаметр на высоте 1,3 м и высота высотомером. Сплошной пересчет валежа производился с замером у каждого дерева или фрагмента дерева длины (с точностью до 1 см), диаметра у основания и на высоте 1,3 м (у целого дерева) или диаметра основания (или оснований фрагмента) и его длины. Упавшие стволы, находившиеся за пределами ППП, включали в пересчет, в случае если их пни располагались в ее границах (Бергман, Воробейчик, 2017).

При диагностике стадий деструкции валежа использовалась пятибалльная шкала, приведенная в работе П.В. Гордиенко (1979). По результатам сплошного пересчета устанавливался запас и средневзвешенная степень деструкции для всего КДО.

3.3. Объем выполненных работ

За период исследования было восстановлено 5 ППП. Произведены замеры ПГВ за вегетационный период 9 раз на 27 скважинах. Проведен сплошной пересчет 8468 деревьев в 2012 и 2017 гг., в том числе с замером высоты у 172 деревьев. Измерены параметры у 788 КДО на территории валежной гари. Заложена 1271 учетная площадка для изучения естественного лесовозобновления, в том числе 360 на валежной гари. Для описания и учета фитомассы ЖНП всего было заложено 330 учетных площадок с временным интервалом в 5 лет. В лабораторных условиях было высушено 205 образцов для определения гигроскопической влажности ЖНП. Проведены замеры диаметра у шейки корны подроста 78 раз в 2-х повторностях, измерены длина надземной и подземной частей подроста 117 раз. Определены параметры ассимиляционного аппарата у 300 хвоинок: их длина, толщина и ширина, в общей сложности 3941 замер. Отобрано 6 образцов для установления фитомассы в абсолютно сухом состоянии, а также фитомассы 100 пар хвои.

Глава 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО СТАЦИОНАРА

4.1. Общая характеристика стационара

Как уже было отмечено ранее территория стационара относится к южно-таежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области, а по районированию торфяных ресурсов – к западной окраине Тагильско-Режевского болотного района, расположенного на Восточном склоне Уральского хребта в пределах предгорной равнины в области увалисто-холмистого и плоскоравнинного рельефа (Колесников и др., 1973). Болота данного района образованы преимущественно путем заболачивания озер, межувальных понижений, древних лощин стока и других отрицательных форм рельефа (Чиндяев, 2008).

Гидролесомелиоративный стационар «Северный» площадью около 120 га расположен на территории Северского (кв. 28, 33) и Паркового (кв. 1, 2, 13, 14) лесничеств УУОЛ УГЛТУ. Согласно данным В.И. Маковского, А.С. Чиндяева и др. изначально территория, где располагается стационар, представляла собой типичное для Среднего Урала олиготрофное сосново-сфагновое болотное урочище, площадью 150 га, сформировавшееся в межувальном понижении, по периферии которого произрастают мезотрофные сосняки (Маковский, Чиндяев, 1988; Чиндяев и др., 1989; Чиндяев и др., 1990). Накопление торфа происходило в значительном по глубине понижении. В поперечном сечении торфяная залежь представляет конфигурацию котловины с мощностью торфа от 1,5-2,0 до 6,5-7,0 м. (Чиндяев и др., 1990; Чиндяев, 2008). В верхнем метровом слое на момент осушения преобладали сфагновый, пушицевый и фускум виды торфа средней и сильной степени разложения (до 60-70%) и низкой кислотности (рН 3,1-4,4) (Чиндяев, 2008). Подстилаются они в большинстве глиной (Мерзликин, Чиндяев, 2001). Водно-физические и химические свойства торфа аналогичны свойствам сфагновых торфов. Однако следует отметить, что его верхний (до 50

см) слой по данным А.С. Чиндяева и др. (1990, 2010) обладает необычно высокой для верховых болот зольностью (до 15%), что объясняется высокой запыленностью атмосферы, а также последствиями частых пожаров, и отличает сфагновые торфы Среднего Урала от других регионов страны (Пьявченко, Сибирева, 1959; Чиндяев и др., 1990; Чиндяев, Горяева, 2010). Зольность торфа резко снижается до 2-3% по мере углубления. По содержанию основных питательных элементов (N, P, K), торфяная залежь может быть отнесена к потенциально богатой (содержание азота и фосфора в верхнем 30 см слое почвы составляет соответственно 0,93-1,65 и 0,09-0,59%), но с незначительным дефицитом калия (0,05-0,19%), в результате их выноса стоком и потребления растениями (Чиндяев и др., 1990; Чиндяев, Горяева, 2010). Кроме того, торф отличается высокой пористостью (более 90%), высокой объемной (до 0,15 г/см³) и удельной (от 0,78 до 1,50 г/см³) массами, а также высокими величинами полной влагоемкости по глубине корнеобитаемого слоя (от 600 до 1700%). В силу высокого положения уровня почвенно-грунтовых вод влажность торфа постоянно высокая и не опускается ниже 50% от объема почвы (Чиндяев, Горяева, 2010). На стационаре произрастали чистые по составу сосновые древостои различной таксационной структуры (возраст от 68 до 110 лет, полнота от 0,47 до 1,24, запас от 78 до 215 м³/га.) и производительности (от V до V⁶ классов бонитета). В типологическом отношении сосновые насаждения характеризуются кустарничково-сфагновыми, осоково-кустарничковыми и багульниковыми типам леса. Подробно основные лесоводственно-мелиоративные характеристики стационара изложены в работах А.С. Чиндяева, Л.А. Бирюковой и В.И. Маковского (1989, 1990), А.С. Чиндяева (1995), Н.А. Кряжевских (1995), И.А. Иматовой (1997), С.В. Залесова (2000) и Р.С. Солнцева (2015). Работы по осушению стационара были выполнены зимой 1988-1989 гг. по проекту и под руководством д-ра с.-х. наук, проф. А.С. Чиндяева системой открытых каналов глубиной, 0,7-1,2 м, шириной по дну 0,3-0,4 м и расстоянием между ними 60-200 м (осушение экстенсивное). Общая длина всех каналов более 8 км. В настоящее время от первоначальной инфраструктуры, в частности дощатых тротуаров (более 2 км),

пешеходных переходов через каналы (10 шт.), практически ничего не осталось (большая часть разрушена полностью или находится в аварийном состоянии). Такое положение стационара не умаляет его научной ценности, тем более что с 2006 г. он занесен в реестр мелиоративно-болотных стационаров России, однако требует принятия решительных мер по его содержанию.

На территории стационара были отмечены представители рептилий, внесенных в Красную книгу Свердловской области (2008) – веретеница ломкая (*Anguis fragilis* Linnaeus).

Поскольку наша работа является продолжением комплексного исследования на стационарном объекте, считаем необходимым привести краткое описание каждой ППП и основные научные результаты, полученные за многолетний период наблюдений учеными кафедр лесоводства, а также лесных культур и мелиорации.

4.2. Краткая характеристика постоянных пробных площадей

Краткая характеристика ППП 001

ППП 001 была заложена в год проведения мелиоративных работ с целью изучения влияния осушения на рост и продуктивность сосновых древостоев. Она размещена в северо-западной части стационара, в кв. 28, выд. 45 Северского лесничества, в 250 м западнее от квартальной просеки. Общая площадь ППП – 0,4 га. Размеры 20х200 м. Длинная сторона равна межканальному пространству (см. схему в главе 3). На территории ППП имеются скважины для наблюдения за ПГВ в количестве 9 шт., они размещенные по стандартной схеме. Дополнительные лесохозяйственные мероприятия за все время существования ППП не проводились. Краткая лесоводственно-таксационная характеристика древостоя на момент осушения и спустя 5, 10 лет приведена в таблице 4.1. Согласно этим данным на момент проведения осушительных работ на территории ППП произрастал чистый по составу сосновый древостой осоково-

кустарничкового типа леса V класса бонитета (Кряжевских, 1995; Залесов, 2000).

Таблица 4.1. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 001

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
100	10С	15,3	13,6	1,10	1,755	205
	С _{сух.}	8,2	9,7		0,5	6
	ед. Б	2,6	3,2		0,1	-
Спустя 5 лет после осушения						
105	10С	15,6	14,2	1,10	1,72	216
	С _{сух.}	8,2	9,7		0,53	11
	ед. Б	2,1	3		0,053	-
Спустя 10 лет после осушения						
110	10С	16,6	13,8	1,09	1,612	246
	С _{сух.}	9,3	10,3		0,42	-

Подлесок отсутствовал, подрост был представлен сосной в количестве 5,0 тыс. экз./га, с абсолютным преобладанием самосева сосны (3-5 лет), на долю которого приходилось 70,0% от общего количества (рисунок 4.1).

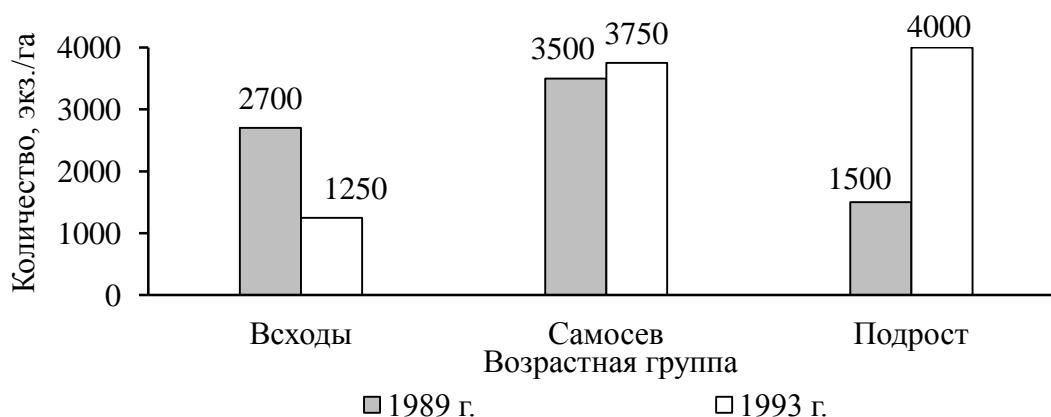


Рис. 4.1. Динамика распределения жизнеспособного подроста сосны по возрастным группам за 1989 и 1993 гг. на ППП 001 (по данным Н.А. Кряжевских, 1995)

Благодаря улучшению водного режима почв, а также высокому семеношению древостоя, количество жизнеспособного подроста спустя 4 года увеличилось на 2,8 тыс. экз./га (или на 35,5% от первоначального количества на момент осушения) и оценивалось как успешное (Кряжевских, 1995). К первой группе высот (до 0,5 м) отнесено 97% подроста.

В составе травяно-кустарничкового яруса можно выделить следующие виды: осоковые, в частности пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L.), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.).

Следует отметить, что здесь и далее по тексту данной главы, фитомасса мохового яруса в исследованиях до 2003 года (включительно) не учитывалась. В данных за 2008 г. фитомасса мхов определялась, однако для корректного сравнительного анализа, на рисунках, характеризующих динамику надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии, они также в расчет не принимались.

Показатель общей надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии варьирует по периодам наблюдения (рисунок 4.2). Максимум за 20-летний период был отмечен в 1998 г. (1638,3 кг/га), то есть, в первое десятилетие после проведения осушительных работ, где в составе ЖНП абсолютно преобладал багульник болотный. Спустя еще 5 лет данный показатель начал планомерно снижаться и в 2008 г. практически достиг уровня первого пятилетия после осушения (1036,3 кг/га). Однако почти вдвое увеличилась доля участия в составе ЖПН ягодной группы (с 16,9% в первое пятилетие после осушения до 32,8% спустя 20 лет). Появилась клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.), наличие которой в первое пятилетие после осушения не отмечалось, а в моховом ярусе кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.).

Более подробный сравнительный анализ динамики основных таксационных характеристик и нижних ярусов растительности приведен в главе 5 на-

стоящей работы. Актуальный внешний вид древостоя на ППП показан на рисунке 4.3.

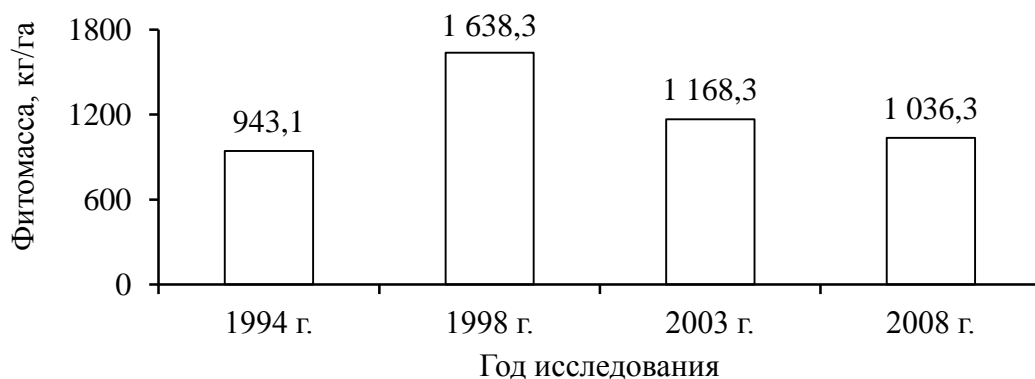


Рис. 4.2. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии по годам на ППП 001

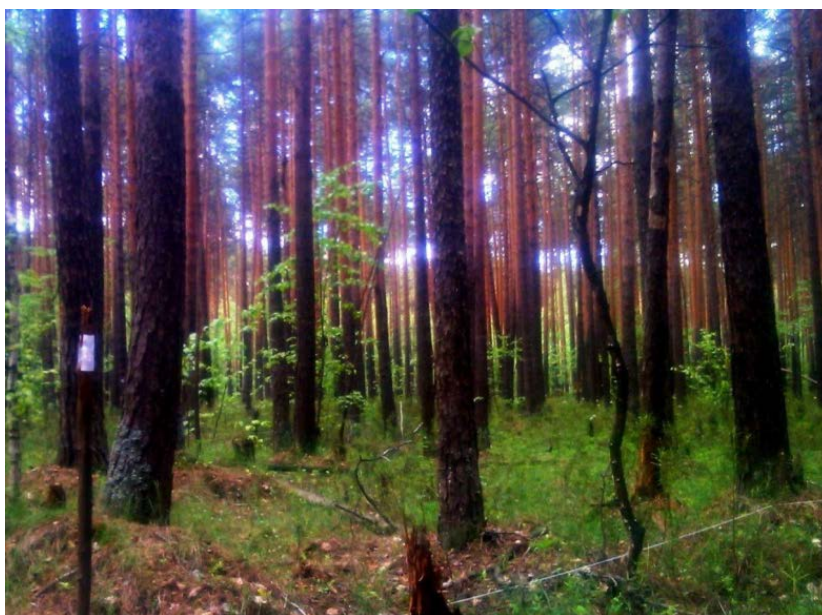


Рис. 4.3. Внешний вид древостоя на ППП 001 (фото июнь 2017 г.)

Характеристика ППП 003

ППП 003 общей площадью 0,07 га заложена в древостое сосняка багульникового V^a класса бонитета в 1989 г. Расположена в кв. 1, выд. 24 Паркового лесничества (центральная часть стационара) (см. схему в главе 3). Основная цель закладки – изучить влияние осушения на рост и продуктивность соснового

древостоя IV класса возраста. Спустя 7 лет после осушения часть ППП 003 была пройдена огнем лесного пожара и представляла собой горельник с нагарами на стволах деревьев различной степени и высоты (Залесов и др., 2002), а в 2010 г. после очередного пожара выгорела полностью, классифицируется как валежная гарь. Была восстановлена в 2012 г. с целью изучения последующего лесовозобновления. Основные таксационные характеристик древостоя приведены в таблице 4.2.

По данным таблицы 4.2, на момент осушения и спустя 5 лет тонкомерный древостой на ППП 003 имел состав 9,9С0,1Б. Положительное влияние осушения сказались на изменении основных таксационных показателей. Отмечено увеличение запаса в первое пятилетие на 9 м³/га, среднего диаметра на 0,7 см, средней высоты – 0,5 м. Снижение запаса в первом десятилетии на 19 м³/га, можно объяснить воздействием пожара на древостой, приведший к послепожарному отпаду значительной части деревьев (Залесов, 2000; Залесов и др., 2002).

Таблица 4.2. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 003

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		высота, м	диаметр, см			
На момент осушения						
72	9,9С	7,7	8,6	0,72	3,571	94
	С _{сух.}	4,5	4,2		1,975	12
	0,1Б	4,6	4,3		1,63	1
Спустя 5 лет после осушения (за 2 года до пожара)						
77	9,9С	8,2	9,3	0,77	3,543	103
	С _{сух.}	4,5	4,2		2,004	12
	0,1Б	4,7	4,4		0,132	-
Спустя 10 лет после осушения (3 года после пожара)						
82	10С	8,5	10,7	0,73	1,938	84
	С _{сух.}	7,2	6,9		1,501	25
	Б _{сух.}	5,3	4,6		0,05	-

Среди прочих особенностей ППП является наличие большого количества сухостоя, доля которого за 10-летний период после осушения возросла с 34,0 до 43,0% от общего количество деревьев на пробе, последнее – следствие низового пожара, а в период 5 лет после осушения – следствие резкой трансформации экологических условий произрастания.

Естественное возобновление на ППП 003 происходило за счет подроста березы и сосны (рисунок 4.4). Абсолютное преобладание лиственного подроста было объяснено низким сменением соснового древостоя, вследствие малого его возраста (72 года) и неравномерностью понижения уровня ПГВ в межканальном пространстве. По высоте весь хвойный подрост, как на момент осушения, так и спустя 5 лет не превышал 0,5 м. Большее количество подроста березы на момент осушения было сосредоточено в группе высот до 0,5 м (51,9% от общего количества), а спустя 5 лет – в группе высот от 0,6 до 1,5 м (66,7%).



Рис. 4.4. Динамика распределения жизнеспособного подроста по возрастным группам на ППП 003 (по данным Н.А. Кряжевских, 1995)

Основными представителями травяно-кустарничкового яруса в первое пятилетие после осушения являлись: осоковые, в том числе пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), а также мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L.) и клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.). Последние два вида

спустя 10 лет после осушения полностью исчезли, а вместо них появились брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.).

Наряду со снижением общей надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии (рисунок 4.5) за 20-летний период наблюдения (с 958,9 до 309,0 кг/га), отмечено снижение доли участия багульника (с 63,6 до 26,3 % от общей фитомассы). Однако за аналогичный период увеличилась доля ягодной группы с 6,9 до 46,9%. В моховом ярусе отмечено незначительное количество кукушкина льна (*Polytrichum commune* L), плевроциума Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.) и сфагнума узколистного (*Sphagnum angustifolium* (Warnst.) C.E.O.Jensen).



Рис. 4.5. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 003

Актуальное состояние ППП 003 представлено на рисунке 4.6. Подробный сравнительный анализ последующего возобновления на валежной гари рассмотрен в главе 7 настоящей работы.



Рис. 4.6. Внешний вид ППП 003 (фото май 2018 г.)

Характеристика ППП 004

ППП 004, общей площадью 0,36 га, заложена в древостое сосняка багульникового V^a класса бонитета в 1989 г. в кв. 1, выд. 24 Паркового лесничества, в 65 м восточнее от квартальной просеки. Размеры 20x180 м. Длинная сторона ППП расположена перпендикулярно магистральному и нагорному (НК-2) каналам (см. схему в главе 3). Изначальная цель закладки ППП – изучить влияние осушения на рост и продуктивности древостоя и нижних ярусов растительности. В 1996 г. также как и ППП 003 была частично пройдена огнем лесного пожара и представляла собой горельник с нагарами различной высоты на стволах деревьев (Залесов и др., 2002), а после пожара в августе 2010 г. выгорела полностью, на данный момент классифицируется как валежная гарь. Для изучения последующего лесовозобновления была восстановлена в 2012 г. Основные таксационные характеристики древостоя представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 004

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		высота, м	диаметр, см			
На момент осушения						
114	10С	11,5	15,6	0,88	1,583	177
	С _{сух.}	7,9	9,4		0,36	14
	ед. Б	5,6	4,8		0,023	-
Спустя 5 лет после осушения (за 2 года до пожара)						
119	10С	11,8	15,9	0,89	1,561	184
	С _{сух.}	7,9	9,4		0,36	14
	ед. Б	5,6	4,8		0,023	-
Спустя 10 лет после осушения (3 года после пожара)						
124	10С	13,1	17,5	0,82	1,058	187
	С _{сух.}	11,9	12,2		0,431	24
	ед. Б	5,3	5,1		0,006	-

Согласно этим данным древостой на момент осушения имел средний возраст 114 лет, был представлен сосной с единичным участием березы в составе древостоя и запасом 177 м³/га (Кряжевских, 1995; Залесов, 2000). Спустя пять лет после осушения запас составил 184 м³/га, а еще через 5 лет, даже несмотря на пожар, запас увеличился на 3 м³/га. При этом средние диаметр и высота увеличились на 1,6 см и 1,3 м соответственно (Залесов, 2000). Следствием пожара является накопление сухостойной древесины запасом 24 м³/га.

Естественное возобновление в основном происходило за счет подроста сосны и в меньшей степени березы (рисунок 4.7). Следует отметить, что улучшение водного режима почвы способствовало активному появлению всходов и накоплению хвойного подроста, общее количество которого спустя 5 лет после осушения достигло 17375 экз./га, большая его часть (95,6%) высотой до 0,5 м. Весь лиственный подрост был сосредоточен в группе высот от 0,6 до 1,5 м (Кряжевских, 1995).



Рис. 4.7. Динамика распределения жизнеспособного подростка на ППП 004 по возрастным группам (по данным Н.А. Кряжевских, 1995)

Состав ЖНП в первое пятилетие характеризовался осоковыми видами, багульником болотный (*Ledum palustre* L.), морошкой приземистой (*Rubus chamaemorus* L.), миртом болотным (*Chamaedaphne calyculata* L.), черникой обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.). С увеличением давности осушения из состава ЖНП исчез мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L.) и появилось незначительное количество брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и голубики обыкновенной (*Vaccinium uliginosum* L.). За 20 лет исследования отмечаются четкие чередующиеся периоды максимума (5 и 15 лет после осушения) и минимума (10 и 20 лет) показателя общей фитомассы травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии (рисунок 4.8).

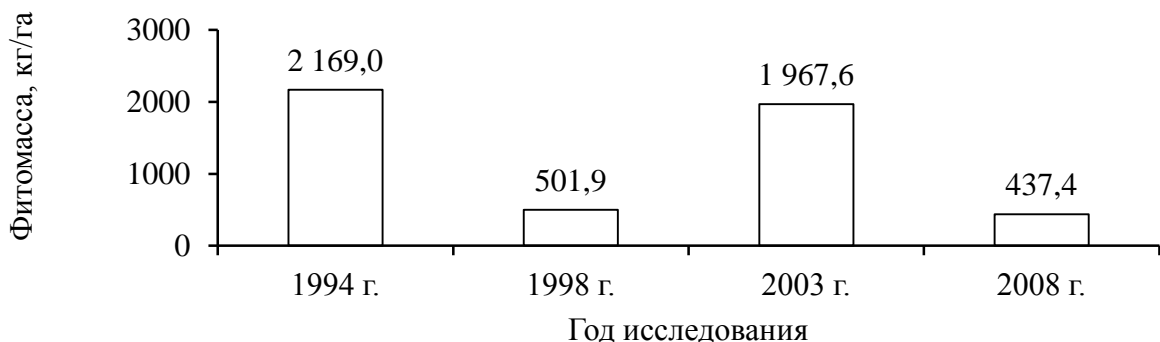


Рис. 4.8. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 004

В составе ЖНП в первое постмелиоративное пятилетие абсолютно преобладал багульник болотный (90,0% от общей сухой надземной фитомассы). Синхронно с увеличением надземной фитомассы багульника, совпадающего с периодами максимума запаса общей сухой фитомассы, идет снижение доли участия ягодных видов растений.

Подробный анализ естественного возобновления на валежной гари приведен в главе 7. Актуальное состояние ППП 004 показано на рисунке 4.9.



Рис. 4.9. Общий вид ППП 004 (фото май 2018 г.)

Характеристика ППП 005

ППП 005 заложена в сосновом насаждении сосняка багульникового типа леса V класса бонитета в 1989 г. в кв. 13, выд. 1 Паркового лесничества. Общая площадь – 0,38 га. Размер 20x190 м. Длинная сторона ППП расположена перпендикулярно магистральному каналу и осушителю (О-1) (см. схему в главе 3). На территории ППП имеются скважины для наблюдения за уровнем ПГВ, размещенные по стандартной схеме. Цель закладки – изучить влияние осушения на рост и продуктивность древостоя и нижних ярусов растительности. В таблице 4.4 приведена лесоводственно-таксационная характеристика древостоя за 10

летний посмелиоративный период по данным Н.А. Кряжевских (1995) и С.В. Залесова (2000).

Исходя из имеющихся в таблице 4.4 данных, на момент осушения чистый по составу сосновый древостой имел средний возраст 70 лет и запас 175 м³/га, который спустя 5 и 10 лет после осушения увеличился на 14 и 32 м³/га по сравнению с начальным запасом соответственно. Кроме того, за 10 летний период с момента осушения, вдвое возросло количество сухостоя, данное обстоятельство можно объяснить характерным для осушаемых древостоев периодом перестройки и приспособления к изменившимся условиям.

Таблица 4.4. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 005

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
70	10С	12,3	8,7	1,16	2,279	175
	С _{сух.}	7,3	5,8		0,366	-
Спустя 5 лет после осушения						
75	10С	13,2	9,4	1,17	2,182	189
	С _{сух.}	7,4	5,8		0,463	-
Спустя 10 лет после осушения						
80	10С	13,7	12,5	0,93	1,976	207
	С _{сух.}	7,2	9,0		0,787	19

Процесс естественного возобновления протекал исключительно за счет подроста сосны (рисунок 4.10), причем на долю самосева, как на момент осушения, так и спустя 5 лет приходилось от 66,7 до 90% от общего его количества. Абсолютное большинство подроста (89,5%) было сосредоточено в первой группе высот (Кряжевских, 1995).



Рис. 4.10. Динамика распределения жизнеспособного подроста сосны на ППП 005 по возрастным группам (по данным Н.А. Кряжевских, 1995)

В первом десятилетии после осушения травяно-кустарничковый ярус был представлен багульником болотным (*Ledum palustre* L.), осоковыми видами, в том числе пушицей влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.), незначительным количеством ягодных кустарничков, морошкой приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) и миртом болотным (*Chamaedaphne calyculata* L.), который в последующие годы исчез из состава ЖНП. Максимальный показатель запаса надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии (1820,5 кг/га) был зафиксирован в 2003 г. (данные кафедры лесоводства). Согласно данным рисунка 4.11, во втором десятилетии после осушения запас надземной фитомассы ЖНП снизился в 4,0 раза по отношению к максимальному ее значению. В частности, надземная фитомасса багульника, за аналогичный период, снизилась с 1025 до 235,7 кг/га. В моховом ярусе отмечено разрастание кукушкиного льна (*Polytrichum commune* L.).

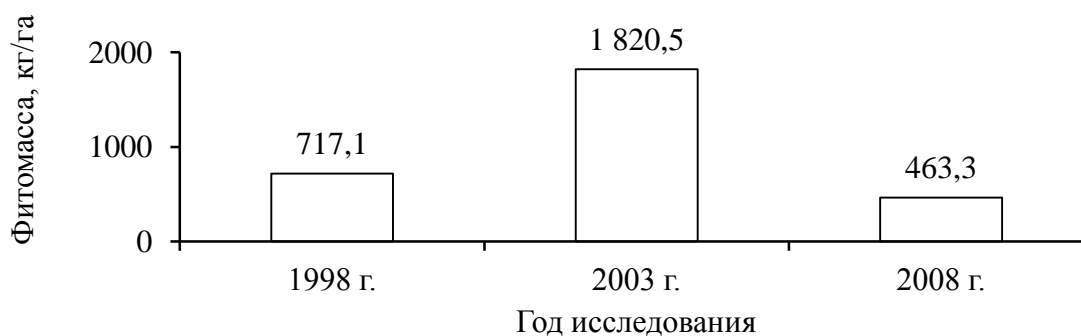


Рис. 4.11. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 005 (по данным кафедры лесоводства)

Рисунок 4.12 показывает внешнее состояние ППП 005 спустя 30 лет воздействия осушительной мелиорации.



Рис. 4.12. Внешний вид древостоя на ППП 005 (фото июнь 2018 г.)

Подробный сравнительный анализ реакции древостоя и нижних ярусов растительности на осушение отображен в главе 5.

Характеристика ППП 006

ППП 006 создана в год проведения осушительных работ в кв. 13, выд. 2 Паркового лесничества. Площадь ППП 0,32 га. Размеры 20x160 м. Длинная сторона перпендикулярна магистральному каналу и осушителю (О-1). Имеются скважины для наблюдения за уровнем ПГВ (см. схему в главе 3). Основная цель закладки – изучить влияние осушения на древостой сосняка кустарничково-сфагнового типа леса V^б класса бонитета. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоя приведена в таблице 4.5 (Кряжевских, 1995; Залесов, 2000). Исходя из приведенных в таблице 4.5 данных, следует, что древостой на момент осушения имел средний возраст 113 лет, запас 68 м³/га, средние высоту и диаметр – 7,1 м и 9,7 см соответственно. Осушение положительно сказалось на всех таксационных показателях. Так, например, только запас за первое пятилетие после осушения увеличился на 3 м³/га, а во втором – на 32 м³/га от его первоначального значения.

Таблица 4.5. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 006

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
113	10С	9,7	7,1	0,69	2,244	68
	С _{сух.}	8,1	6,6		0,75	16
Спустя 5 лет после осушения						
118	10С	10,0	7,4	0,65	2,222	71
	С _{сух.}	8,1	6,6		0,75	16
Спустя 10 лет после осушения						
123	10С	11,0	7,8	0,86	2,112	100
	С _{сух.}	8,3	7,0		0,656	16

Снижение относительной полноты спустя 5 лет после осушения вызвано закономерным, в данный период, отпадом большого количества деревьев (Кряжевских, 1995). Однако, спустя 10 лет после осушения, благодаря активному приросту по диаметру, данный показатель возрос до 0,86.

Возобновление под пологом материнского древостоя на ППП характеризуется как успешное, оно обеспечивалось за счет подроста сосны, количество которого на момент осушения и после был более 2,0 тыс. экз. /га (рисунок 4.13. Около 90% всего подроста было сосредоточено в группе высот до 0,5 м.

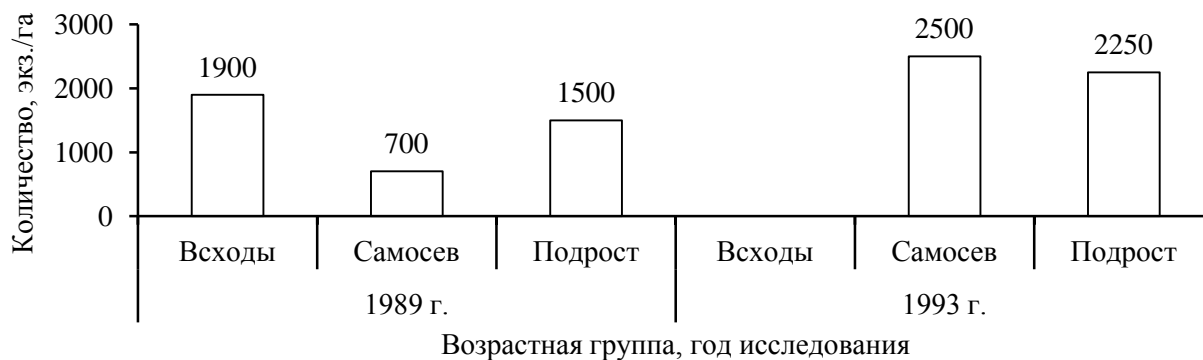


Рис. 4.13. Динамика распределения жизнеспособного подроста сосны на ППП 006 по возрастным группам (по данным Н.А. Кряжевских, 1995)

Видовой состав травяно-кустарничкового яруса не отличался большим разнообразием и включает в себя: осоковые, в том числе пушицу влагалищную (*Eriophorum vaginatum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L.), морошку приземистую (*Rubus chamaemorus* L.), бруснику обыкновенную (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum* L.). В последующие годы состав ЖНП пополнился черникой обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) и клюквой болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.). Моховой ярус был представлен кукушкиным льном (*Polytrichum commune* L.) и сфагнумом узколистным (*Sphagnum angustifolium* (Warnst.) С.Е.О. Jensen).

Максимальное значение общего запаса надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии зафиксировано в 2003 г. (1822,1 кг/га), больше половины, которого составляет багульник (рисунок 4.14). Однако следует отметить, что с увеличением давности осушения доля его участия резко снижется.

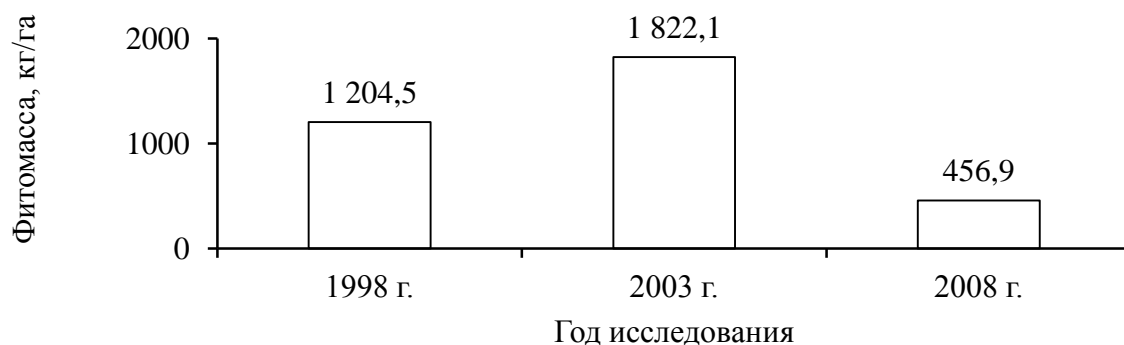


Рис. 4.14. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 006 (по данным кафедры лесоводства)

Во втором десятилетии после осушения, среди травяно-кустарничковых растений, по запасу надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии преобладала ягодная группа, а по общей фитомассе – мхи (данные кафедры лесоводства). Внешний вид древостоя на ППП 006 показан на рисунке 4.15. Подробный анализ динамики таксационных параметров и нижних ярусов растительности под воздействием осушительной мелиорации приведен в главе 5.



Рис. 4.15. Внешний вид древостоя на ППП 006 (фото август 2018 г.)

Характеристика ППП 007

ППП 007 была заложена в 1989 г. в кв. 2, выд. 20 Паркового лесничества (северо-восточная часть стационара). Площадь 0,26 га. Размер 20x130 м. Длинная сторона перпендикулярна магистральному и нагорному (НК-1) каналам (см. схему в главе 3). Первоначальная цель закладки – изучить влияние осушения на рост и продуктивность древостоя сосняка кустарничково-сфагнового V^б класса бонитета. После лесного пожара в 2010 году ППП полностью выгорела, в настоящее время классифицируется как валежная гарь. Восстановлена в 2012 г. с целью изучения последующего лесовозобновления.

Приведенные в таблице 4.6 таксационные показатели (по данным С.В. Залесова, 2000) за 10 летний период воздействия осушительной мелиорации, позволяют сделать вывод, что осушение повлияло на рост древостоя с одной стороны увеличением прироста по диаметру, высоте и запасу, с другой – активным отпадом деревьев. Среднегодовой прирост по запасу в первое пятилетие составил 0,4 м³/га, а спустя 10 лет после осушения – 1,2 м³/га.

Таблица 4.6. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 007

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
160	10С	10,0	6,7	0,66	2,680	93
	С _{сух.}	6,2	5,3		1,312	19
Спустя 5 лет после осушения						
165	10С	10,6	6,9	0,65	2,325	95
	С _{сух.}	6,2	5,3		1,314	19
Спустя 10 лет после осушения						
170	10С	11,0	7,2	0,7	2,187	101
	С _{сух.}	6,7	5,5		1,419	19

Изменения отмечены и в динамике естественного возобновления, протекающего за счет подроста сосны, основная доля которого была представлена, как на момент осушения, так и после, первой группой высот (более 97%) (рисунок 4.16).

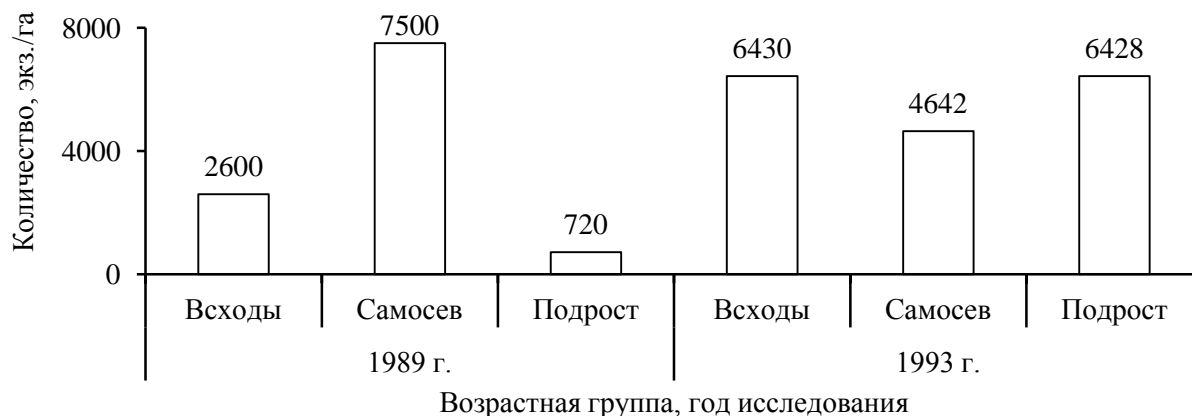


Рис. 4.16. Динамика распределения жизнеспособного подроста сосны на ППП 007 по возрастным группам (по данным Н.А. Кряжевских, 1995)

В целом, произошло увеличение жизнеспособного подроста на 23,3% от его количества произраставшего на момент осушения.

Основными представителями травяно-кустарничкового яруса в первое постмелиоративное пятилетие были: осоковые, багульник болотный (*Ledum palustre* L.), мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L.), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) и клюквой болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.), которая в последствие полностью исчезла из состава ЖНП. В моховом ярусе абсолютно преобладал кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.), при незначительном участии сфагнома узколистного (*Sphagnum angustifolium* (Warnst.) С.Е.О. Jensen).

Запас сухой надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии различен по годам (рисунок 4.17). Максимальное его значение зафиксировано спустя 15 лет после осушения (2003 г.) – 1100,3 кг/га, благодаря активному разрастанию ягодной группы растений составляющих более 44% общей надземной фитомассы.

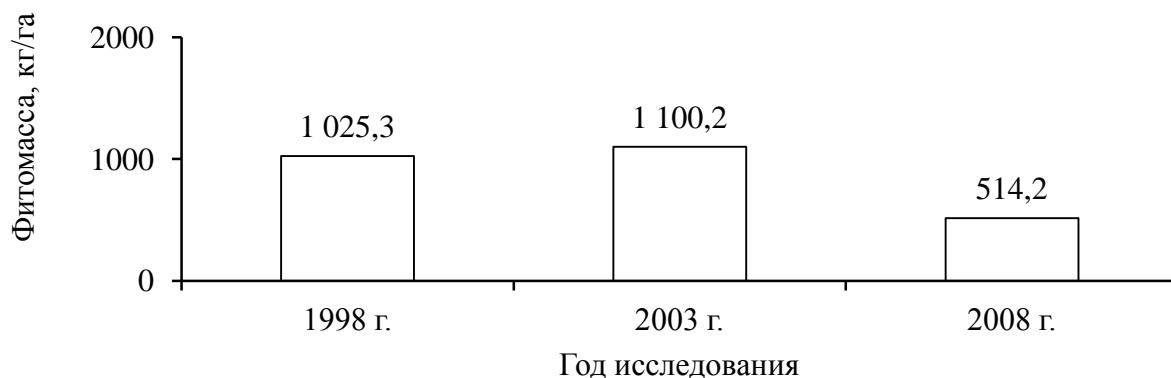


Рис. 4.17. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 007 (по данным кафедры лесоводства)

Наши исследования связанные с изучением последующего лесовозобновления подробно описаны в главе 7. На рисунке 4.18 показано состояние ППП после лесного пожара в 2010 году.



Рис. 4.18. Внешний вид ППП 007 (фото май 2012 г.)

Характеристика ППП 008

ППП 008 заложена в 1989 г. в кв. 2, выд. 20 Паркового лесничества (северо-восточная часть стационара). Общая площадь 0,22 га. Размер 20x110 м, длинная сторона равна межканальному пространству (см. схему в главе 3). Изначально ППП 008 была заложена с целью изучить влияние осушения на рост и продуктивность древостоя сосняка кустарничково-сфагнового типа леса V^б класса бонитета. Однако, как и ППП 007, была полностью уничтожена огнем лесного пожара в 2010 г. Восстановлена спустя 2 года для изучения естественного лесовозобновления на территории валежной гари.

Материалы исследований (таблица 4.7) свидетельствуют, что до пожара на ППП 008 произрастал чистый по составу сосновый древостой, который на момент осушения имел возраст 160 лет, средние диаметр и высоту 11,0 см и 7,1 м соответственно и запас 98 м³/га. Данные за десятилетний постмелиоративный период указывают на изменения всех таксационных показателей: запаса на 7 м³/га, средней высоты на 0,7 м и среднего диаметра на 1,4 см по сравнению таковыми на момент осушения.

Таблица 4.7. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 008

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
160	10С	11,0	7,1	0,87	2,023	98
	С _{сух.}	7,8	6,7		0,7	15
Спустя 5 лет после осушения						
165	10С	11,3	7,3	0,80	1,959	100
	С _{сух.}	7,8	6,7		0,7	15
Спустя 10 лет после осушения						
170	10С	12,4	7,8	0,96	1,859	105
	С _{сух.}	8,9	7,2		0,627	17

Улучшение водного режима почв и снижение относительной полноты материнского древостоя в первом пятилетии после осушения способствовало активному росту подроста сосны, общее количество которого превышало 13 тыс. экз./га, он был представлен преимущественно первой группой высот (более 95%) (рисунок 4.19).

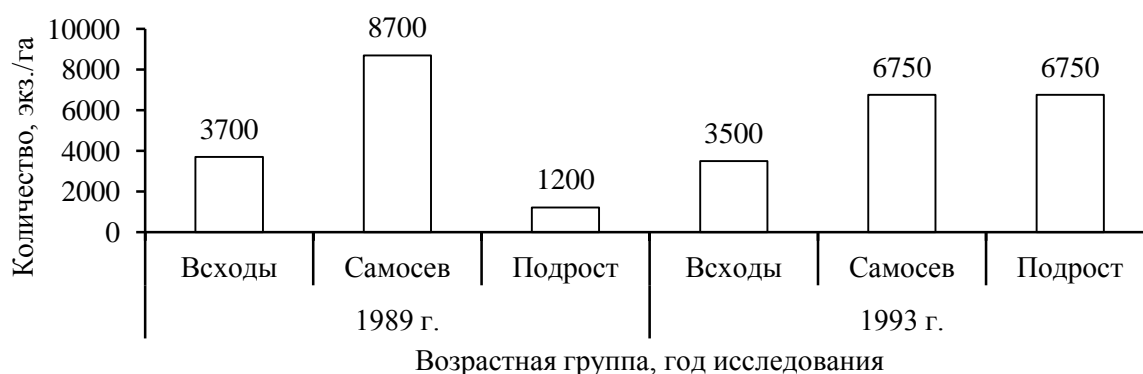


Рис. 4.19. Динамика распределения жизнеспособного подроста сосны на ППП 008 по возрастным группам (по данным Н.А. Кряжевских, 1995)

В составе ЖНП, спустя 5 лет после осушения, насчитывалось всего 6 групп растений (осоковые, багульник болотный (*Ledum palustre* L.), мирт болотный

(*Chamaedaphne calyculata* L.), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) и ягодные кустарнички (брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.)). Спустя 15 лет состав ЖНП пополнился черникой обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и клюквой болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.). По показателю надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии за весь период исследования преобладали багульник и ягодная группа растений. Согласно данным рисунка 4.20 максимальное и минимальное значения общей надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии зафиксированы спустя 10 и 20 лет после осушения.

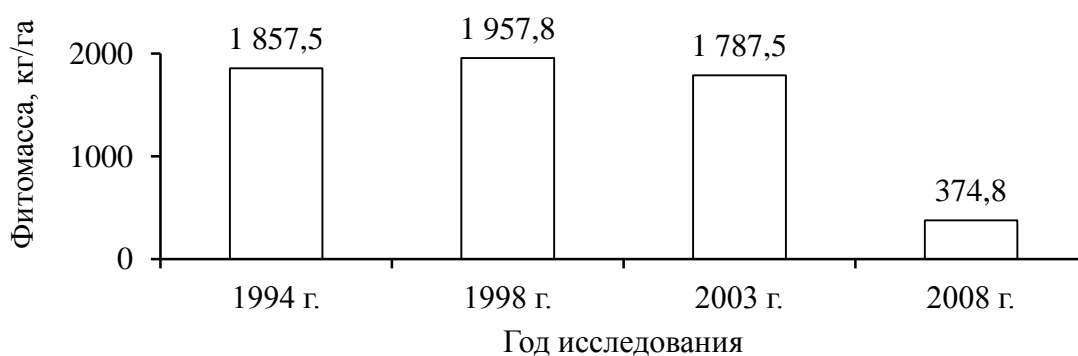


Рис. 4.20. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 008

Данные за 5 и 10 лет после осушения приведены в работах Н.А. Кряжевских (1995) и С.В. Залесова (2000), за 15 и 20 лет – данные кафедры лесоводства. Анализ естественного лесовозобновления на территории валежной гари приведен в главе 7.

Характеристика ППП 009

ППП 009 заложена в год проведения осушительных работ в кв.14, выд. 1 Паркового лесничества (см. схему в главе 3). Общая площадь 0,08 га, размеры 20х40 м, длинная сторона перпендикулярна магистральному каналу. Основная цель закладки – изучить влияние осушения на древостой сосняка осоково-кустарничкового типа леса V класса бонитета. Основная таксационная характе-

ристика древостоя приведена в таблице 4.8. Исходя из этих данных, следует, что на момент осушения древостой имел возраст 78 лет, по составу был представлен сосной и березой (9,7С0,3Б). Пятилетний постмелиоративный период сопровождался накоплением значительного количества сухостойной древесины, увеличением прироста по диаметру и высоте. Показатель среднегодового прироста по запасу сосны составил 1,6 м³/га.

Таблица 4.8. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 009

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
78	9,7С	11,9	11,0	0,95	2,5	179
	С _{сух.}	5,0	8,0		0,713	8
	0,3Б	6,7	8,9		0,275	6
	Б _{сух.}	4,3	7,6		0,038	-
Спустя 5 лет после осушения						
83	9,7С	12,7	11,5	0,90	2,382	187
	С _{сух.}	5,2	8,2		0,834	8
	0,3Б	6,9	9,2		0,24	6

Изучение естественного возобновления на ППП ранее не проводилось, а учет ЖНП был начат только во втором десятилетии после осушения, он был представлен пушицей влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.), багульником болотным (*Ledum palustre* L.), морошкой приземистой (*Rubus chamaemorus* L.), брусникой обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черникой обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), линнеей северной (*Linnaea borealis* L.) и кукушкиным льном (*Polytrichum commune* L.).

Анализ динамики ЖНП, затрагивающий 24 и 30-летний постмелиоративный период, приведен в главе 5. В этой же главе рассмотрен вопрос влияния осушения на древостой и на процесс естественного лесовозобновления за аналогичный период. Внешний вид древостоя на ППП показан на рисунке 4.21.



Рис. 4.21. Внешний вид древостоя на ППП 009 (фото май 2012 г.)

Характеристика ППП 010

ППП 010, площадью 0,12 га, была заложена в сосновом насаждении кустарничково-сфагнового типа леса V^a класса бонитета в 1989 г. в кв. 13, выд. 2 Паркового лесничества. Размеры 20х60 м. Длинная сторона перпендикулярна осушителю О-2 и собирателю (С-1). Помимо сушения никаких дополнительных лесоводственных мероприятий на ППП 010 не проводилось. Цель закладки ППП 010 – изучить влияние осушения на рост и продуктивность древостоя и нижних ярусов растительности. На основании приведенных в таблице 4.9 данных (Залесов, 2000) следует, что в момент закладки ППП сосновый древостой имел средний возраст 80 лет, средние диаметр и высоту 9,7 см и 8,0 м соответственно, а также запас 70 м³/га, при относительной полноте 0,57. Существенное изменение всех таксационных показателей отмечено уже в первое пятилетие после осушения. Так, например, среднегодовой прирост по запасу составил 2,0 м³/га, а спустя 10 лет – на 4,6 м³/га. Показатель относительной полноты за десятилетний постмелиоративный период увеличился в 1,3 раза.

К сожалению, данные о качественной и количественной характеристике подроста отсутствуют. Данные о запасе надземной фитомассы травяно-

кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии приведены только спустя 20 лет после осушения. По составу травяно-кустарничковой ярус был представлен следующими видами: пушицей влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.), багульником болотным (*Ledum palustre* L.), морошкой приземистой (*Rubus chamaemorus* L.), а также в меньшей степени миртом болотным (*Chamaedaphne calyculata* L.), брусникой обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и голубикой обыкновенной (*Vaccinium uliginosum* L.). Моховой ярус состоял из кукушкина льна (*Polytrichum commune* L.).

Таблица 4.9. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 010

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
80	10С	9,7	8,0	0,57	2,033	70
	С _{сух.}	5,0	6,3		0,242	2
Спустя 5 лет после осушения						
85	10С	10,4	8,5	0,64	1,987	80
	С _{сух.}	5,1	6,5			2
Спустя 10 лет после осушения						
90	10С	11,2	9,2	0,73	1,933	103
	С _{сух.}	5,4	6,7		0,292	-

Наши исследования затрагивают период 24 и 30 лет после проведения мелиоративных работ, подробный анализ этих данных, а также динамики таксационных показателей древостоя приведен в главе 5. Внешний вид древостоя на ППП показан на рисунке 4.22.



Рис.4.22. Внешний вид древостоя на ППП 010 (июнь 2018 г.)

Характеристика ППП 011

ППП 011 заложена Н.А. Кряжевских в 1993 г. (спустя 4 года после проведения осушительных работ) в кв. 1, выд. 25 Паркового лесничества (центральная часть стационара). ППП состоит из трех секция (А, В и С), площадь 0,09 га каждая (см. схему в главе 3). На секциях А и В были проведены добровольно-выборочные рубки (ДВР) различной интенсивности, секция С оставлена в качестве контроля (таблица 4.10).

Таблица 4.10. – Интенсивность изреживания древостоев на ППП 011

№ секции	Интенсивность рубки			
	по количеству деревьев		по запасу	
	экз.	%	м ³	%
А	25	10,5	3,0	23,3
В	65	24,2	3,7	43,0
С	контроль			

Отбор деревьев в рубку производился с учетом их индивидуального состояния, в основном это сухостой и деревья из числа потенциального отпада ближайших лет.

Основная цель создания ППП 011 – изучить комплексное влияние осушения и выборочных рубок на рост, продуктивность и сортиментную структуру древостоев сосняка кустарничково-сфагнового типа леса V класса бонитета. К сожалению, в связи с лесным пожаром в 2010 г. древостой на двух секциях (А и С) выгорел полностью (территория классифицируется как валежная гарь) а на секции В сохранились единичные деревья с живыми кронами, однако они представляют собой отпад ближайших лет из-за сильного повреждения огнем пожара корневых систем. Таксационная характеристика древостоя ППП 011 приведена в таблице 4.11.

В результате проведения выборочных рубок произошло изменение всех таксационных показателей, в частности снижение полноты древостоев до 0,6 (на секции В) и 0,9 (на секции А), а также запаса в 2,3 и 1,4 раза на секциях В и А соответственно.

Таблица 4.11. – Динамика таксационных показателей древостоя на ППП 011

Индекс секции	Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
			диаметр, см	высота, м			
До ДВР (1993 г.)							
А	111	10С	11,4	9,2	1,10	2,656	142,9
		С _{сух.}	5,2	-		0,289	2,3
В	133	10С	9,6	7,2	1,10	2,889	96,1
		С _{сух.}	9,0	-		0,489	14,2
С	111	10С	9,6	7,0	0,94	2,533	81,2
		С _{сух.}	7,6	-		0,689	12,4
После ДВР (1993 г.)							
А	111	10С	10,4	8,8	0,90	2,367	107,5
В	133	10С	8,6	6,7	0,60	2,256	47,2

Отмечено улучшение санитарного состояния вследствие удаления сухостойных и необратимо угнетенных деревьев. Кроме того, выборочные рубки

создали благоприятные условия для роста подроста. Так, например, на контрольной секции С количество жизнеспособного подроста не превышало 1,0 тыс. экз./га, тогда как на остальных секциях его насчитывалось от 19 до 34 тыс. экз./га. На секции В, где интенсивность рубки была наибольшей, помимо сосны активно развивается и подрост березы (46 тыс. экз./га) (Чиндяев и др., 2008).

Постоянными представителями травяно-кустарничкового яруса на всех секциях за период исследований являлись пушица (*Eriophorum vaginatum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.). На секции А еще и черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), а на остальных секциях она была зафиксирована только в первом постмелиоративном десятилетии в незначительных количествах. Во втором десятилетии после осушения состав ЖНП пополнился миртом болотным (*Chamaedaphne calyculata* L.) и брусникой обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.).

Можно отметить, что интенсивность выборочной рубки существенно не повлияла на запас надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии (рисунок 4.23). Спустя 6 лет (1998 г.) после рубок на всех секциях он практически одинаковый и находился в пределах от 464,6 до 536,3 кг/га и лишь в 2008 г. на секции А этот показатель увеличился до 695,9 кг/га. Актуальное состояние ППП 011 показано на рисунках 4.24, 4.25 и 4.26.

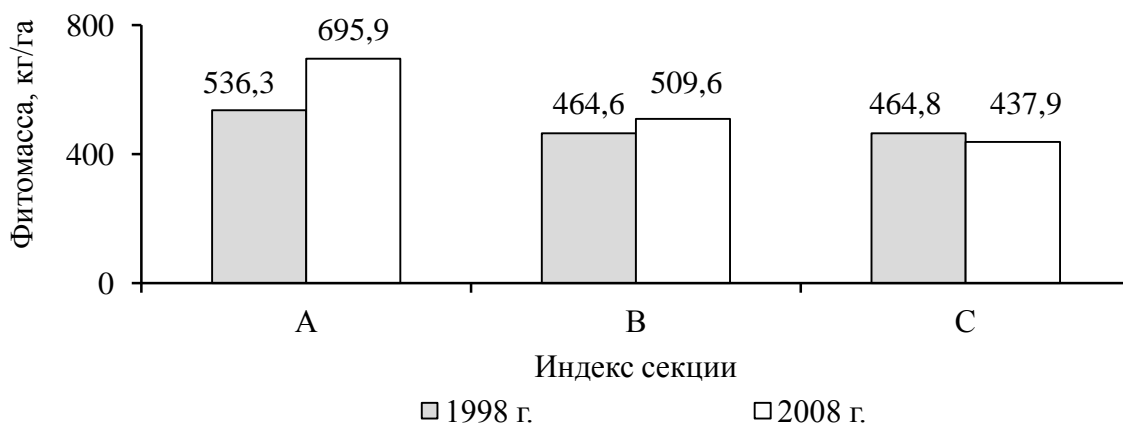


Рис. 4.23. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 011



Рис. 4.24. Состояние ППП 011А (фото июнь 2017 г.)



Рис. 4.25. Состояние ППП 011В (фото июнь 2017 г.)



Рис. 4.26. Состояние ППП 011С (фото июнь 2017 г.)

Анализ динамики естественного возобновления и развития ЖНП на ППП 011 после лесного пожара рассмотрен в главе 7.

Характеристика ППП 012

ППП 012 заложена одновременно с ППП 011 для аналогичных целей в кв.13, выд. 2 Паркового лесничества (центральная часть стационара) в сосняке кустарничково-сфагнового типа леса V класса бонитета (см. схему в главе 3). ППП состоит из трех секций (А, В и С), площадь каждой 0,09 га. На всех секциях были проведены ДВР различной интенсивности: до 13,4% по количеству деревьев и до 27,9 по запасу (таблица 4.12). Отбор деревьев в рубку производился по такой же методике, что и на ППП 011.

Таблица 4.12. – Интенсивность изреживания древостоя на секциях ППП 012

№ секции	Интенсивность рубки			
	по количеству деревьев		по запасу	
	экз.	%	м ³	%
А	25	13,4	2,3	18,5
В	33	14,6	2,4	27,9
С	25	11,6	1,1	17,5

Согласно данным таблицы 4.13, древостой на секциях имел возраст от 99 до 116 лет, одинаковую полноту и состав, различие запаса древостоев между секциями достигало от 27,5 и 69,7 м³/га. После проведения выборочных рубок помимо, улучшения санитарного состояния древостоя, было отмечено снижение значений многих таксационных показателей: среднего диаметра на 0,2-1,0 см, средней высоты на 0,1-0,4 м, запаса на 18,0-40,7 м³/га.

Естественное возобновление на всех секциях, спустя 6 лет после ДВР, протекало за счет подроста сосны. Максимальное количество жизнеспособного подроста было зафиксировано на секциях А (30 тыс. экз./га) и В (2,0 тыс. экз./га), а минимальное на секции С (1 тыс. экз./га). Весь подрост характеризовался лишь первой группой высот.

Таблица 4.13. – Динамика основных таксационных показателей древостоя на ППП 012

Индекс секции	Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
			диаметр, см	высота, м			
До ДВР (1993 г.)							
А	109	10С	12,4	10,2	1,00	2,067	137,5
		С _{сух.}	6,4	-		0,511	7,5
В	116	10С	10,8	7,7	1,00	2,511	95,6
		С _{сух.}	8,2	-		0,322	7,2
С	99	10С	9,6	6,4	0,99	2,4	70,1
		С _{сух.}	7,6	-		0,3	5,2
После ДВР (1993 г.)							
А	109	10С	12,2	10,1	0,8	1,767	108,7
В	116	10С	9,8	7,3	0,9	2,033	62,1
С	99	10С	9,2	6,3	0,8	2,1	57,3

Из постоянных представителей ЖНП на всех секциях можно отметить пушицу влагалищную (*Eriophorum vaginatum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.) и морошку приземистую (*Rubus chamaemorus* L.). Во втором десятилетии состав ЖНП дополнился голубикой обыкновенной (*Vaccinium uliginosum* L.), а на секциях А и В еще и брусникой обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Максимальные значения надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии спустя 6 лет после проведения ДВР зафиксированы на секции С (рисунок 4.27), однако спустя 16 лет данный показатель снизился почти вдвое. Внешний вид древостоя на различных секциях ППП показан на рисунках 4.28, 4.29 и 4.30.

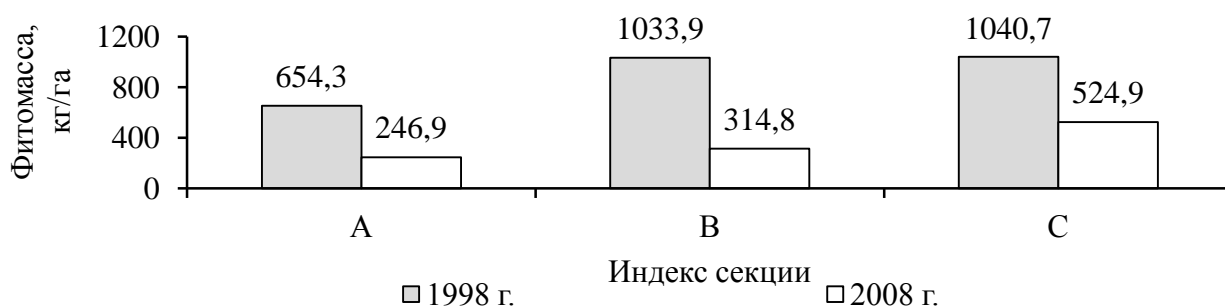


Рис. 4.27. Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 012



Рис. 4.28. Внешний вид древостоя на ППП 012А (июль 2018 г.)

Подробный анализ комплексного влияния осушения и ДВР на древостой и нижние яруса растительности приведен в главе 6.



Рис. 4.29. Внешний вид древостоя на ППП 012В (июнь 2018 г.)



Рис. 4.30. Внешний вид древостоя на ППП 012С (июнь 2018 г.)

Характеристика ППП 013

Трехсекционная ППП, общей площадью 0,62 га (А – 0,22 га, В и С – по 0,2 га) была заложена проф. С.В. Залесовым в северо-западной части стационара, в год проведения осушительных работ в кв. 33, выд. 3 Северского лесничества. В этом же году на двух секциях были проведены рубки хода. Изреживание проводилось по низовому методу отбора деревьев, интенсивностью 13,8 (секция В) и 25,5% (секция С) по запасу. Секция А оставлена в качестве контроля (без проведения рубки). Вырубленные деревья, складировались в штабеля рядом с секциями. Основная цель закладки ППП 013 – изучить комплексное влияние проходных рубок и осушения на рост и продуктивность сосновых древостоев, произрастающих в условиях осоково-кустарничкового типа леса (Луганский и др., 2002). В таблицах 4.14 и 4.15 приведены данные по динамике основных таксационных параметров древостоя за 24-летний период эксперимента по материалам ученых кафедры лесоводства (Залесов, 1989, 2000; Кряжевских, 1995; Залесов и др., 2012; Залесова, 2013).

Таблица 4.14. – Динамика основных таксационных параметров на ППП 013А

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
На момент осушения						
75	10С	9,7	9,5	1,0	3,6	143,3
	С _{сух}	3,8	7,8		1,9	8,5
	ед. Б	3,4	7,3		0,1	0,4
Спустя 5 лет после осушения						
80	10С	10,4	10,2	1,02	3,5	153,1
	С _{сух}	3,9	7,8		2	10
	ед. Б	3,6	7,5		0,1	0,8
Спустя 10 лет после осушения						
85	10С	11,4	11,9	1,02	3,1	193,4
	С _{сух}	5,5	0,8		0,9	9,3
Спустя 20 лет после осушения						
95	10С	12,5	12	1,05	2,7	209,9
	С _{сух}	5	7		0,4	7,3
Спустя 24 года после осушения						
99	10С	13,1	12,4	1,07	2,5	215,8
	С _{сух}	9,3	5,1		0,02	0,7

Согласно этим данным, таксационная характеристика на всех ППП до проведения рубок не имела существенных различий. Древостой на всех секциях имел возраст 75 лет, класс бонитета V^a, по составу был представлен сосной с небольшой примесью березы, присутствовал сухостой сосны от 100 до 1300 экз./га. Различия по среднему диаметру не превышали 0,5 см, по средней высоте – 0,1 м и по запасу древесины – до 16,9 м³/га (Луганский и др., 2002).

Таблица 4.15. – Динамика основных таксационных параметров древостоя на ППП 013 секции В и С

Индекс секции	Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
			диаметр, см	высота, м			
До проведения проходной рубки							
В	75	10С	10,2	9,6	1,1	3,7	159,0
		С _{сух.}	3,4	7,7		1,8	6,4
		ед. Б	3,6	7,7		0,3	0,9
С	75	10С	10	9,6	1,0	3,5	143,1
		С _{сух.}	3,6	7,7		1,3	5,6
		ед. Б	3,2	7,3		0,2	0,7
После проведения проходной рубки							
В	75	10С	11,5	9,7	0,95	2,5	137,9
С	75	10С	12,4	10	0,7	1,7	107,2
Спустя 5 лет после проведения проходной рубки							
В	80	10С	12	10,4	0,98	2,4	149,7
С	80	10С	12,9	10,9	0,74	1,7	125,8
Спустя 10 лет после проведения проходной рубки							
В	85	10С	12,9	12,4	1,01	2,4	213,4
С	85	10С	13,9	12,6	0,8	1,7	174,8
Спустя 20 лет после проведения проходной рубки							
В	95	10С	13,3	12,5	1,02	2,4	232,0
С	95	10С	14,1	13,9	0,84	1,6	199,1
Спустя 24 года после проведения проходной рубки							
В	99	10С	13,6	12,8	1,03	2,39	240,0
		С _{сух.}	7,2	4,8		0,06	0,5
С	99	10С	15,5	14,7	0,86	1,6	208,4

Спустя 20 лет под влиянием осушения и проходных рубок отмечено улучшение санитарного состояния и повышение эффективной производительности древостоев. Так, например, на секции С эффективная производительность увеличилась до 119,7% по отношению к контролю. Спустя 24 года после рубок среднегодовой прирост по запасу составил на секции В – 2,0 м³/га, секции С – 2,3 м³/га, а на секции А, где рубки не проводились, данный показатель не пре-

вышает 1,5 м³/га. Кроме того, на секциях где интенсивность рубки была минимальной и где рубка не проводилась, отмечено накопление незначительного количества сухостоя.

На всех секциях на момент проведения проходной рубки доминировал самосев сосны в возрасте до 5 лет в количестве от 250 до 1550 экз./га. Динамика естественного возобновления представлена на рисунке 4.31. Спустя 24 года после рубки количество лиственного подроста на разных секциях варьирует от 750 до 1975 экз./га, а хвойного от 100 до 600 экз./га (рисунок 4.31).

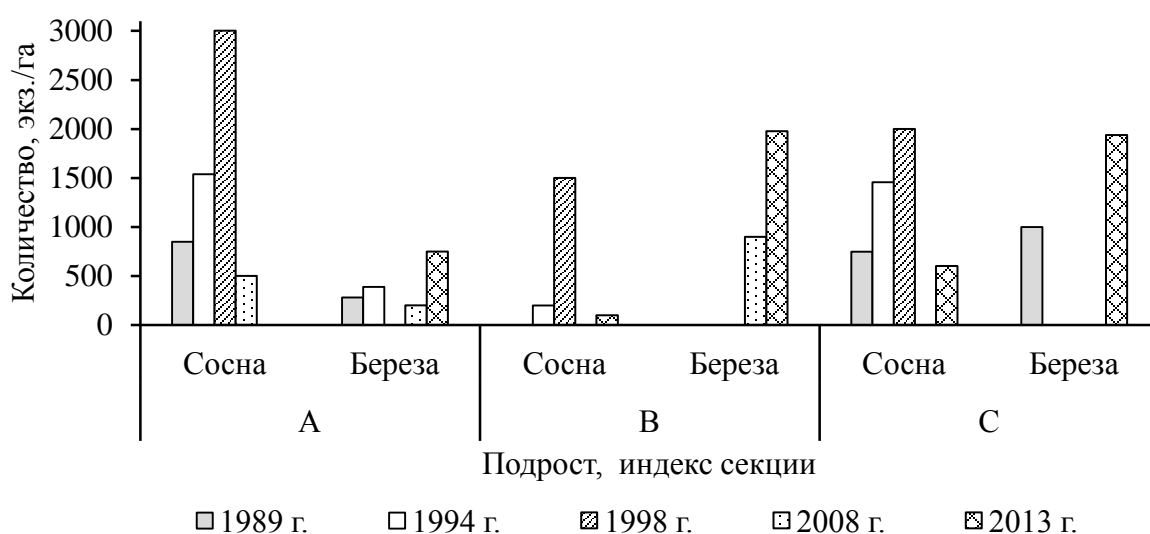


Рис. 4.31. Динамика распределения жизнеспособного подроста по породам на секциях ППП 013

Неизменными представителями ЖНП на всех секциях были пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.) морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) и в незначительном количестве мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L.). В моховом ярусе было отмечено присутствие кукушкина льна (*Polytrichum commune* L.) и плевроциума Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.).

Динамика запаса надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии на секциях за 24-летний период представлена на рисунке 4.32. Исходя их данных, лишь на секции С, где интенсивность рубки была наибольшей, наблюдается тенденция увеличения сухой надземной фитомассы ЖНП с увеличением давности проведения осушения и рубок.

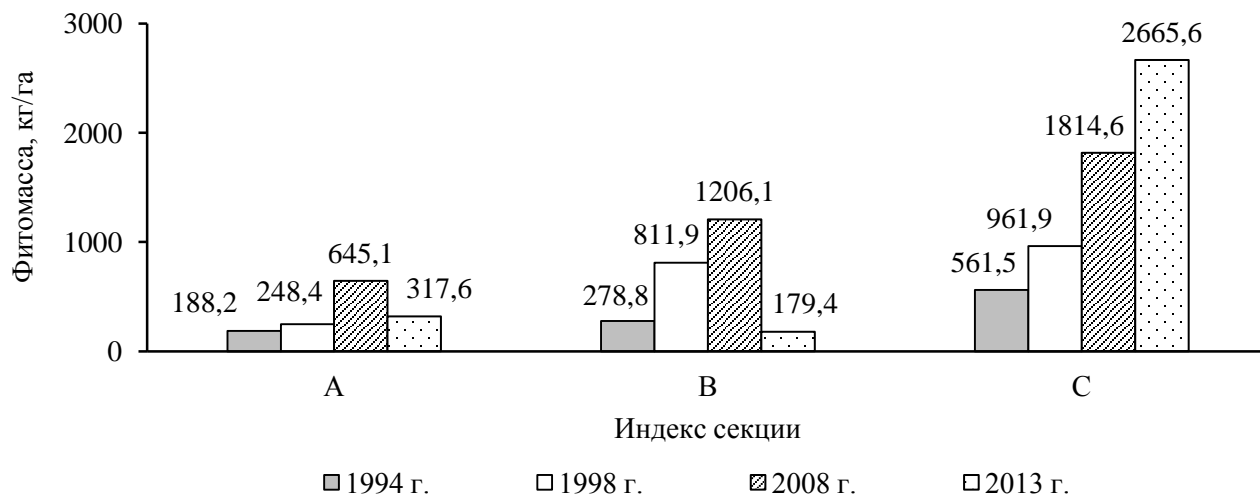


Рис. 4.32. Динамика распределения надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии по годам на секциях ППП 013

Внешний вид секций по состоянию на 2018 г. представлен на рисунках 4.33, 4.34 и 4.35.



Рис. 4.33. Внешний вид древостоя на ППП 013А (фото июнь 2018 г.)



Рис. 4.34. Внешний вид древостоя на ППП 013В (фото июнь 2018 г.)



Рис. 4.35. Внешний вид древостоя на ППП 013С (фото июнь 2018 г.)

Подробный анализ динамики таксационных показателей древостоя, естественного лесовозобновления и трансформации травяно-кустарничкового яруса приведен в главе 6.

4.3. Динамика уровня ПГВ и оценка состояния осушительной системы

Исследованиями установлено (Чиндяев, 2008; Чиндяев и др., 2008; Чиндяев, Горяева, 2010), что под влиянием осушения происходит трансформация водно-физических и лесорастительных свойств верхового торфа. Особенно заметна она в корнеобитаемом слое (0-30 см), где помимо освобождения от гравитационной воды и повышения аэрации, увеличивается содержание общего

количества элементов питания, а также их форм доступных для растений. Однако лимитирующим фактором успешного роста и развития древесной растительности на осушаемой территории, помимо трофности почв, является положение уровня ПГВ, особенно в вегетационный период, который характеризуется таким понятием как норма осушения. В лесном хозяйстве под нормой осушения принято считать минимальную величину, на которую следует понизить уровень грунтовых вод для создания оптимального водно-воздушного режима почв, обеспечивающего максимально возможную продуктивность насаждения (Залесов, Тукачева, 2018). Норма осушения для различных климатических зон страны изменяется в пределах от 30-60 см на торфяных и 70-90 см на минеральных почвах (Бабилов, Пахучий, 2014). Для сосновых древостоев на торфяных почвах в условиях Среднего Урала оптимальная (средневегетационная) норма осушения устанавливается на отметке в 30-40 см от уровня поверхности почвы (Маковский, Чиндяев, 1988; Иматова, 1997; Чиндяев, Горяева, 2010). Поскольку основной объем работ по изучению динамики уровней ПГВ с момента создания стационара выполнен проф. А.С. Чиндяевым и сотрудниками кафедры лесных культур и мелиорации УГЛТУ, приводим краткий анализ полученных ими результатов.

Анализ литературных данных показал, что до 2010 года замеры уровня ПГВ на стационаре проводились практически регулярно, а после 2010 г. имели единичный характер. Однако для обеспечения необходимой минимальной точности, принятой в лесном хозяйстве (10%) по данным Б.В. Бабилова (1980) необходимо иметь при интенсивном осушении 10 летний ряд наблюдений, а при экстенсивном – 20 летний ряд наблюдений. Им же отмечено, что наблюдения за 2-3 года дают только относительную оценку.

Данные по динамике уровня грунтовых вод спустя 6 лет после осушения, представленные в работе И.А. Иматовой (1997), показывает, что под пологом древостоя интенсивный отвод избытка влаги, соответствующий норме осушения, происходит лишь на расстоянии до 40 м от осушителя (уровень ПГВ от 25 до 43 см). Анализ 20-летнего постмелиоративного периода, проведенный

А.С. Чиндяевым и А.В. Горяевой (2010), показал, что при экстенсивном осушении верхового болота не обеспечивается необходимая норма осушения. При расстоянии гидростворов от 172 до 210 м средний уровень ПГВ за вегетационный период не опускается ниже 24 см, что неблагоприятно сказывается на росте соснового древостоя. Динамика уровня ПГВ за 2005-2008 гг. по средневегетационным показателям, приведенная в работе Р.В. Солнцева (2014), также указывает на неравномерность снижения уровня грунтовых вод, особенно в середине межканального пространства (уровень ПГВ находится в пределах от 13,9 до 56,4 см, в то время как средняя величина составила $29,4 \pm 3,7$ см). Уровень грунтовых вод сильно зависит от количества выпадающих осадков. За вегетационный период 2018 г. выпало всего 281 мм осадков, что ниже установленной нормы на 18,8%, благодаря этому уровень ПГВ, как по месяцам, так и в целом за вегетационный период соответствовал норме осушения (таблица 4.16). Если не брать в расчет низкое положение грунтовых вод в приканальной полосе, можно отметить что на основной межканальной части динамика ПГВ будет существенно отличаться от данных, приведенных в табл. 4.16 (таблица 4.17).

Таблица 4.16. – Динамика уровня ПГВ по месяцам при различных расстояниях между каналами, см

№ ППП	Расстояние до канала, м	Уровень ПГВ по месяцам					Средний май-сентябрь
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
001	210	36,2	38,1	35,1	33,9	52,9	39,2
005	192	30,4	38,0	36,9	35,1	52,7	38,6
006	172	30,9	37,0	38,1	36,6	53,1	39,1

Таблица 4.17. – Динамика уровня ПГВ по месяцам при различных расстояниях между каналами (без учета уровня ПГВ в приканальной полосе), см

№ ППП	Расстояние до канала, м	Уровень ПГВ по месяцам					Среднее май-сентябрь
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
001	210	30,6	33,1	29,7	28,6	49,9	34,4
005	192	25,3	31,6	31,0	31,0	48,4	33,5
006	172	24,4	30,6	30,9	29,6	46,3	32,4

Исходя из данных таблицы 4.17, можно сделать вывод, что наибольшее повышение уровня грунтовых вод происходит в мае (уровень ПГВ от 24,4 до 30,6 см), а максимальный его спад в сентябре (уровень ПГВ от 46,3 до 49,9 см). Отмечается прямая зависимость показателя средневегетационного уровня ПГВ от расстояния гидроствора. Чем меньше расстояние, тем меньше средневегетационный показатель (таблица 4.17). Расположение уровня ПГВ по горизонтальному почвенному профилю (кривая депрессии или кривая спада уровня ПГВ) при различных расстояниях между каналами за вегетационный период 2018 г. приведена на рисунке 4.36.

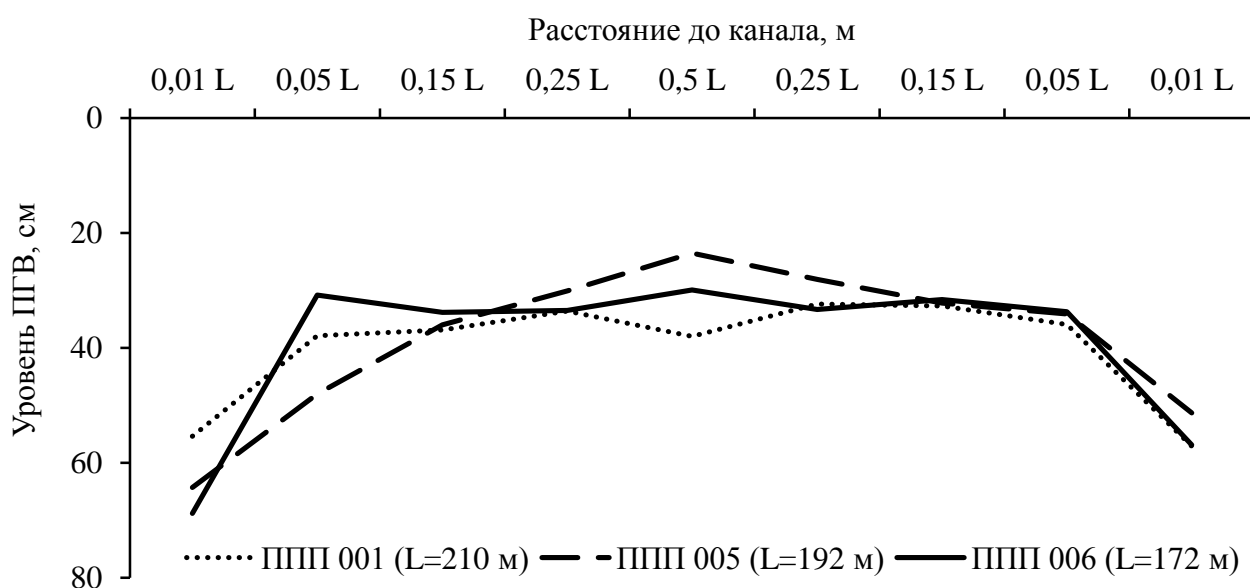


Рис. 4.36. Кривые депрессии уровня ПГВ за вегетационный период 2018 г. при различных расстояниях до канала

Согласно данным рисунка, вблизи осушителей происходит наибольший спад грунтовых вод, а к середине межканального пространства максимальное повышение. Такая картина характерна для всех ППП с расстояниями гидростворов от 192 до 210 м (от центра гидроствора к каналам снижение уровня ПГВ составляет 0,1-24,5 см, а вблизи каналов снижается на 15,0-40,8 см). Однако на ППП 006, где расстояние между каналами составляет 172 м, кривая депрессии более сглажена на протяжении всего межканального пространства. От центра гидроствора к каналам снижение составляют 0,9-3,9 см, а вблизи маги-

стрального канала и осушителя 38,9 и 27,0 см соответственно (таблица 4.18). С момента создания стационарного объекта, работы по ремонту и содержанию осушительной сети не проводились. В связи с этим, по мере старения и разрушения, осушительные каналы могут значительно снизить качество регулирования водного режима почв (Дружинин, 1978). Таким образом, высокое положение уровня грунтовых вод в середине межканального пространства можно объяснить особенностями состояния и работы осушительной системы. Визуальное исследование каналов на стационаре выявили следующие проблемы: заиление дна, разрушение откосов, захламление валежом и (или) остатками сооружений (мостов), зарастание кочками пушицы и сфагновым мхом, а в некоторых случаях и подростом лиственных и хвойных пород. Причем на всем протяжении каналов степень зарастания и повреждения различна.

В весенний период отвод воды производится на каналах через верхний живой моховой слой и кочки пушицы, покрывающие практически весь канал. Засоренность МК неравномерна. Наблюдается активный процесс разрушения откосов канала, в некоторых местах сопровождающийся вывалом с корневой системой березы, произрастающей вблизи МК. Из-за осыпания откосов происходит заиление дна и, как следствие, уменьшение проектной глубины, которая в отдельных участках достигает $2/3$ высоты канала. В таких местах отмечается активный рост сфагновых мхов (рисунок 4.37). По периметру валежной гари часть каналов после пожара полностью утратила свои функции. В большей степени это относится к НК-1 и частично НК-2 (см. схему на рис. 3.1 в главе 3). На всем протяжении НК-1 и частично НК-2 завалены КДО, а по дну канала зарастают подростом березы и сосны. Поэтому на данной территории вблизи НК-1 и НК-2 отмечается повышенное расположение грунтовых вод. Отсутствие ухода за осушительной системой напрямую сказывается на росте древостоя. С.Э. Вомперский (1968) и В.К. Константинов (1970, 1979) в своих исследованиях указывают, что древостой по-разному реагирует на ухудшение почвенно-гидрологических условий.

Таблица 4.18. – Динамика уровня ПГВ за вегетационный период 2018 г. при различных расстояниях между

каналами

№ ППП (расстояние между каналами)	Тип леса, (возраст)	Расстояние до канала, м	Уровень ПГВ по месяцам, см					Статистические показатели				
			май	июнь	июль	август	сентябрь	M, см	σ	mM, см	V, %	P, %
001 (L=210 м)	С ос.-куст. (129 лет)	0,01 L	56,0	55,0	51,5	49,0	66,0	55,4	7,50	3,35	13,54	6,06
		0,05 L	33,0	38,0	32,0	31,5	50,0	37,9	8,61	3,85	22,72	10,16
		0,15 L	33,0	38,0	31,0	29,5	49,0	36,9	8,89	3,98	24,11	10,78
		0,25 L	31,0	32,0	30,0	29,5	43,0	33,6	6,34	2,84	18,86	8,44
		0,5 L	30,0	36,0	32,5	31,5	52,0	38,0	9,53	4,26	25,08	11,22
		0,25 L	37,0	28,0	25,0	23,5	53,0	32,4	13,88	6,21	42,86	19,17
		0,15 L	24,0	28,0	26,5	25,3	51,0	32,7	12,26	5,48	37,51	16,77
		0,05 L	26,0	32,0	31,0	29,8	51,0	35,9	10,08	4,51	28,06	12,55
005 (L=192 м)	С баг. (99 лет)	0,01 L	56,0	56,0	56,0	55,5	61,0	57,1	2,59	1,16	4,54	2,03
		0,01 L	52,0	66,0	61,5	58,0	84,0	64,3	12,14	5,43	18,88	8,45
		0,05 L	44,0	46,0	43,5	40,5	66,0	48,0	10,25	4,59	21,36	9,55
		0,15 L	26,0	38,0	35,0	32,0	49,0	36,0	8,51	3,81	23,65	10,58
		0,25 L	20,0	30,0	28,0	29,5	43,0	30,1	8,26	3,70	27,46	12,28
		0,5 L	18,0	25,0	20,5	18,0	36,0	23,5	7,55	3,38	32,13	14,37
		0,25 L	19,0	22,0	27,5	26,0	46,0	28,1	10,55	4,72	37,54	16,79
		0,15 L	25,0	29,0	30,0	26,0	51,0	32,2	10,71	4,79	33,26	14,87
006 (L=172 м)	С куст-сф. (142 года)	0,05 L	25,0	31,0	32,5	34,0	48,0	34,1	8,49	3,80	24,89	11,13
		0,01 L	45,0	55,0	53,5	52,0	51,0	51,3	3,83	1,71	7,47	3,34
		0,01 L	62,0	64,0	73,0	70,0	75,0	68,8	5,63	2,52	8,18	3,66
		0,05 L	19,0	26,0	28,5	27,5	53,0	30,8	12,95	5,79	42,06	18,81
		0,15 L	24,0	33,0	32,5	31,5	48,0	33,8	8,74	3,91	25,85	11,56
		0,25 L	24,0	32,0	31,0	30,5	50,0	33,5	9,75	4,36	29,09	13,01
		0,5 L	23,0	30,0	31,0	29,5	36,0	29,9	4,64	2,08	15,53	6,94
		0,25 L	28,0	32,0	32,0	30,5	44,0	33,3	6,20	2,77	18,62	8,33
006 (L=172 м)	С куст-сф. (142 года)	0,15 L	26,0	31,0	30,5	28,5	42,0	31,6	6,14	2,74	19,42	8,69
		0,05 L	27,0	30,0	31,0	29,5	51,0	33,7	9,78	4,37	29,03	12,98
		0,01 L	45,0	55,0	53,5	52,0	79,0	56,9	12,93	5,78	22,73	10,17

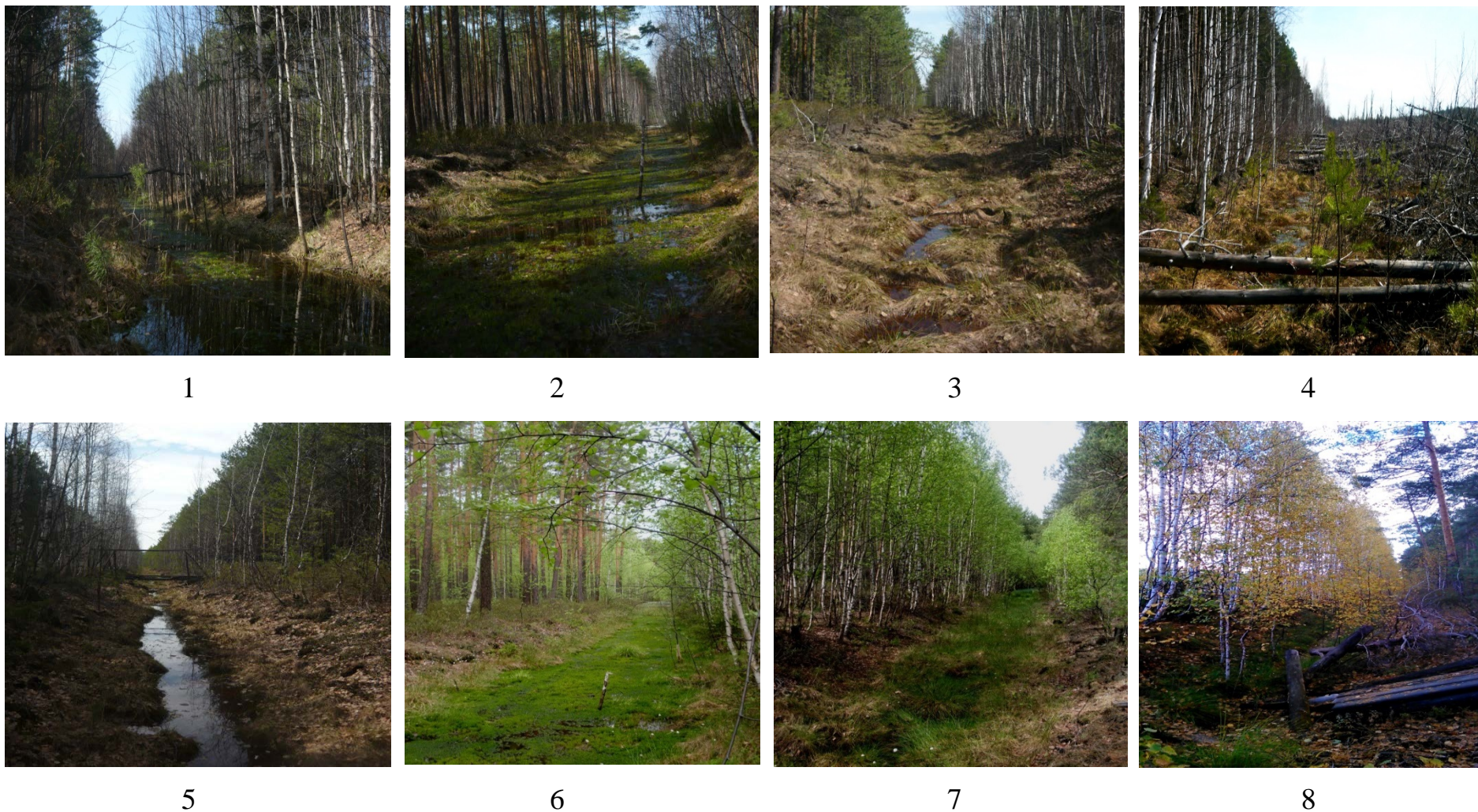


Рис. 4.37. Состояние каналов на стационаре

(1 – НК-2 у ППП 001, май; 2 – МК у ППП 001, май; 3 – О-1 у ППП 013, май; 4 – НК-2 (гарь), май; 5 – О-1 у ППП 006, май; 6 – МК у ППП 001, июнь; 7 – О-1, июнь; 8 – МК у ППП 005, сентябрь)

В основном реакция зависит от интенсивности осушения, возраста древостоя, а также от диаметра дерева в самом древостое и его пространственного размещения (вблизи канала реакция древостоя выше, по сравнению с межканальным пространством). Отсутствие ремонта осушительной сети приводит к снижению прироста по диаметру и высоте, а в последнюю очередь по объему (Вомперский, 1968). Более подробно данный вопрос рассмотрен в главе 5.

Все выше сказанное в очередной раз указывает на необходимость принятия решительных мер по уходу за стационаром. Проведение ремонта и реконструкции осушительной системы должно сопровождаться созданием дополнительных каналов между существующими, в целях обеспечения оптимального водного режима.

Выводы:

1. Гидролесомелиоративный стационар «Северный» был создан 30 лет назад на олиготрофом сосново-сфагновом болотном урочище, сформировавшемся в межувальном понижении. Торфяная залежь характеризуется высокой для верхних торфов зольностью, а по содержанию основных питательных элементов может быть отнесена к потенциально богатой. Осушение выполнено системой открытых каналов, характеризуется как экстенсивное. Произрастающие на стационаре чистые по составу сосновые древостои различны в типологическом отношении, по таксационной структуре и производительности.

2. Большая часть комплексных исследований приходится на начальный постмелиоративный период роста деревьев, связанного с трансформацией и приспособлением к изменившимся экологическим условиям произрастания.

3. Реакция древостоя и нижних ярусов растительности на осушение не однозначна. Древостой в большинстве своем отреагировал увлечением практически всех основных таксационных характеристик. А также отмечено накопление значительного количества сухостоя и отпада, характерного для начального периода после осушения.

5. Процесс естественного возобновления под пологом материнского древостоя в первое пятилетие после осушения протекал успешно, в основном за счет подроста сосны, который характеризовался первой группой высот. Однако наличие всходов и самосева не является надежным гарантом их участия в лесовозобновительном процессе.

6. Комплексное влияние осушения и рубок положительно сказалось на таксационных показателях древостоя, улучшило его санитарное состояние, создало благоприятные условия для появления всходов и роста подроста, но в дальнейшем это не обеспечило его сохранность, вследствие высокой конкуренции за элементы почвенного питания со стороны материнского древостоя и травяно-кустарничкового яруса. После рубок на некоторых секциях помимо хвойного подроста, активно разрастается береза.

7. Показатель надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса ЖНП в абсолютно сухом состоянии не стабилен по периодам наблюдений. Минимальное ее значение практически на всех ППП приходится на второе десятилетие после осушения. Осушение существенно не повлияло на количество видов, однако изменился его композиционный состав в сторону лесных видов. С увеличением интенсивности изреживания древостоя при рубках разрастается и ЖНП.

8. Осушение значительно повышает пожарную опасность особенно в засушливые годы, о чем свидетельствуют неоднократно зафиксированные случаи возникновения лесных пожаров на территории стационара и имевшие различные последствия для древостоя и осушительной системы.

9. Изучение динамики уровня ПГВ характеризуется не полными рядами данных особенно после 2010 года. В целом, в условиях не дождливого вегетационного периода осушительная система справляется с отводом избыточной влаги, даже несмотря на разрушение и зарастание большей части каналов. Однако отсутствие ремонтных работ, может привести к ранним стадиям заболачивания, тем более что верховые болота наиболее устойчивы к осушению по сравнению с другими типами болот.

Глава 5. РЕАКЦИЯ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСУШЕНИЕ

В России не так много мелиоративных стационарных объектов, обладающими обширными экспериментальными данными с момента их создания. На лесоболотном стационаре «Серверный» за 30-летнюю историю существования сотрудниками кафедр лесных культур и мелиорации, а также лесоводства проводились комплексные исследования влияния осушительной мелиорации на основные компоненты биогеоценоза, включающие различные этапы роста древостоя от начального (этапа приспособления к изменившимся условиям произрастания) до периода стабилизации. Такие данные трудно переоценить, поскольку они позволяют анализировать динамику происходящих изменений и устойчивость насаждений на различных этапах его формирования, последнее позволяет своевременно проводить лесохозяйственные мероприятия, направленные на повышение продуктивности основного компонента – древостоя. Наши исследования являются продолжением многолетних трудов ученых УГЛТУ и охватывает важнейший этап роста древостоя на осушаемых торфах – период стабилизации (или конечный).

5.1. Динамика основных таксационных показателей древостоя

Период адаптации сосняков различных возрастных категорий в результате проведения осушительных работ длится, в среднем, от 6 до 10 лет (Дружинин и др., 2011), а в условиях Среднем Урале по данным профессора А.С. Чиндяева он составляет 10-15 лет после осушения.

На территории лесоболотного стационара «Северный» для изучения динамики основных таксационных параметров нами проводился сплошной пересчет деревьев с периодичностью 5 лет, то есть в 2012 и 2017 гг. на ППП не затронутых опытными рубками в насаждениях сосняка осоково-кустарничкового, багульникового и кустарничково-сфагнового типов леса. Динамика таксационных

параметров древостоев в насаждениях указанных выше типов леса приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1. – Динамика таксационных параметров за 29-летний период влияния осушительной мелиорации

№ ППП	Возраст, лет	Состав по породам	Средние		Полнота		Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Густота, тыс. экз./га	Объем среднего дерева, м ³	
			диаметр, см	высота, м	абсолютная, м ² /га	относительная					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Сосняк осоково-кустарничковый											
На момент осушения											
001	100	10 С	15,3	13,6	32,2	1,1	205	V	1,755	0,1168	
		С сух.	8,2	9,7	-		6		0,5		
		ед. Б	2,6	3,2	-		-		0,1		
	Спустя 5 лет после осушения										
	105	10 С	15,6	14,2	33,05	1,1	216	V	1,72	0,1256	
		С сух.	8,2	9,7	-		11		0,53		
		ед. Б	2,1	3	-		-		0,053		
	Спустя 24 года после осушения (2012 г)										
	125	10С	18,3	19,1	37,09	1,0	250	IV	1,405	0,1780	
		С _{сух.}	10,6	10,8	2,16		10		0,245		
	Спустя 29 лет после осушения (2017 г)										
	129	10С	18,7	19,4	35,95	1,0	239	IV	1,305	0,1831	
С _{сух.}		10,9	11,7	3,02	16		0,323				
На момент осушения											
78	9,7С	11,9	11	Нет данных	0,95	179	V	2,5	0,0716		
	С сух.	5	8			8		0,713			
	0,3 Б	6,7	8,9			6		0,275			
	Б сух	4,3	7,6			-		0,038			
Спустя 5 лет после осушения											
83	10С	12,7	11,5	Нет данных	0,9	187	V	2,382	0,1087		
	С _{сух.}	5,2	8,2			8		0,834			
	ед. Б	6,9	9,2			6		0,24			
Спустя 24 года после осушения (2012 г.)											
113	10С	15,8	13,1	32,98	1,1	221	V	1,688	0,131		
	С _{сух.}	7,4	8,8	2,75		15		0,638			
	ед. Б	8,9	9,8	1,0		3		0,163			
	Б сух	4,6	7	0,1		-		0,063			
	Е сух	10	6,5	0,1		-		0,013			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
009	Спустя 29 лет после осушения (2017 г.)									
	117	10С	16,2	13,4	30,45	1,0	220	V	1,475	0,149
		С _{сух.}	9,3	9	4,85		16		0,713	
		ед. Б	7,9	11	1,1		5		0,225	
		Б _{сух.}	5,4	7	0,15		-		0,063	
Сосняк багульниковый										
005	На момент осушения									
	70	10 С	12,3	8,7	27,1	1,16	175	V	2,279	0,0997
		С _{сух.}	7,3	5,8	-		-		0,366	
	Спустя 5 лет после осушения									
	75	10 С	13,2	9,4	27,28	1,17	189	V	2,182	0,1099
		С _{сух.}	7,4	5,8	-		-		0,463	
	Спустя 24 года после осушения (2012 г.)									
	95	10С	15,0	14,4	29,46	0,94	241	V	1,661	0,1450
		С _{сух.}	8,6	8,6	2,94		15		0,511	
	Спустя 29 лет после осушения (2017 г.)									
99	10С	15,6	14,8	30,05	0,95	242	V	1,582	0,1523	
	С _{сух.}	8,8	8,8	3,19		16		0,521		
Сосняк кустарничково-сфагновый										
006	На момент осушения									
	113	10 С	9,7	7,1	16,47	0,69	68	V ^б	2,244	0,0387
		С _{сух.}	8,1	6,6	-		16		0,75	
	Спустя 5 лет после осушения									
	118	10 С	10	7,4	17,18	0,65	71	V ^б	2,222	0,0413
		С _{сух.}	8,1	6,6	-		16		0,75	
	Спустя 24 года после осушения (2012 г.) нет данных									
	Спустя 29 лет после осушения (2017 г.)									
	142	10С	13,0	10,1	21,18	0,78	98	V ^а	1,588	0,062
		С _{сух.}	8,8	9,2	3,87		15		0,634	
010	На момент осушения									
	80	10 С	9,7	8	Нет данных	0,57	70	V ^а	2,033	0,0344
		С _{сух.}	5	6,3	Нет данных		2		0,242	
	Спустя 5 лет после осушения									
	85	10 С	10,4	8,5	Нет данных	0,64	80	V ^а	1,987	0,0465
		С _{сух.}	5,1	6,5	Нет данных		2		0,24	
	Спустя 24 года после осушения (2012 г.)									
	105	10С	14,8	10	24,54	0,88	104	V ^а	1,425	0,073
		С _{сух.}	7,7	4,5	3,23		11		0,7	
	Спустя 29 лет после осушения (2017 г.)									
109	10С	14,9	10,3	23,68	0,85	104	V ^а	1,367	0,0761	
	С _{сух.}	7,2	6,8	2,26		9		0,558		

С увеличением давности гидролесомелиоративных работ ее эффективность также повышается. Так, например, во втором постмелиоративном периоде отмечено повышение класса бонитета с V до IV в насаждении сосняка осоково-кустарничкового типа леса (ППП 001). Положительная тенденция также была зафиксирована и в сосняке кустарничково-сфагновом (ППП 006), где исходный V^b класс бонитета сменился на V^a (таблица 5.1).

Анализ данных, полученных нами в результате повторных пересчетов в 2012 и 2017 гг., также результатов других ученых, полученных в более ранний период исследований, позволяет сделать вывод, что осушение даже на олиготрофных торфах является эффективным мероприятием по повышению продуктивности основного компонента – древостоя. Однако также следует подчеркнуть, что для изучаемых нами сосняков отмечается различия в характере проявления данных изменений. Разномоментность и неодинаковость реакции насаждений различных типов леса на осушение проявляется, в том числе, и в динамике изменений их основных таксационных параметров. Последнее обстоятельство можно объяснить множеством факторов, в частности разницей в возрасте древостоев на момент осушения и их адаптационными возможностями, что неоднократно отмечалось и в специализированной научной литературе. Так, например, в чистых сосновых древостоях, имевших на момент осушения возраст менее 100 лет (от 70 до 80 лет), спустя 29 лет наблюдается увеличение среднего диаметра на 26,8-53,6%, средней высоты на 19,1-65,5%, запаса на 22,8-38,3% от исходных параметров, зафиксированных в год проведения мелиоративных работ. Для древостоя, чей средний возраст в момент осушения составлял 100 и более лет, изменения аналогичных показателей выглядят следующим образом: средняя высота увеличилась на 42,6%, средний диаметр на 22,2-34,0%, а запас на 16,6-44,1%. Однако, средний годичный прирост по запасу за последние 5 лет значительно уступает таковому в первое постмелиоративное пятилетие. Для древостоя сосняка багульникового типа леса данный показатель в первое пятилетие после осушения составляет 2,2 м³/га, тогда как за последние 5 лет

не превышает $0,2 \text{ м}^3/\text{га}$. Такое снижение прироста можно объяснить малоэффективной работой осушительной системы, о чем было уже сказано в главе 4.

По возрастной структуре сосновые насаждения на ППП представлены условно-одновозрастными и разновозрастными древостоями без четко выраженных признаков поколений. По аналогии с методическими подходами распределения деревьев по возрастной структуре (Комин, 1963; Комин, 1967; Комин, Семечкин, 1970; Рязяпов, 2011) нами были выделены группы распределения по естественным ступеням толщины. Общеизвестно, что характеристика процентного ряда распределения деревьев по естественным ступеням толщины обладает свойством устойчивости, то есть, не зависит от древесной породы, полноты, типа леса и класса бонитета, изменяется в результате проведения рубок ухода. Полагаем, что исключением также является осушительная мелиорация, коренным образом меняющая условия произрастания древостоя. Последнее обстоятельство и определило научный интерес проведения анализа динамики изменения структуры древостоя по диаметрам с применением естественных и условных ступеней толщины. Дифференциация деревьев наглядно представлена на рисунках 5.1 и 5.2. Таким образом, за 29-летний период исследования на ППП выделены три типа кривых распределения: одновершинные или близкие к таковым, ступенчато-вершинные и циклично-вершинные (таблица 5.2). Перестройка древостоя в результате осушения, сопровождающаяся вывалом деревьев в различных ступенях толщины, привела к изменению строения древостоя, о чем свидетельствуют данные, приведенные в таблице 5.2. Спустя 29 лет после осушения ряды распределения древостоя по естественным ступеням толщины в большинстве своем имеют вид ступенчато-вершинных кривых с выраженной правосторонней асимметрией (показатель асимметрии варьирует от $0,13 \pm 0,12$ до $0,88 \pm 0,12$) и относительно сглаженной вершиной (показатель эксцесса отрицательный, существенно отличается от нуля, изменяется от $-1,36$ до $-0,74$). Отрицательное значение эксцесса также свидетельствует о сильном размахе различных диаметров в древостое (таблица 5.3).

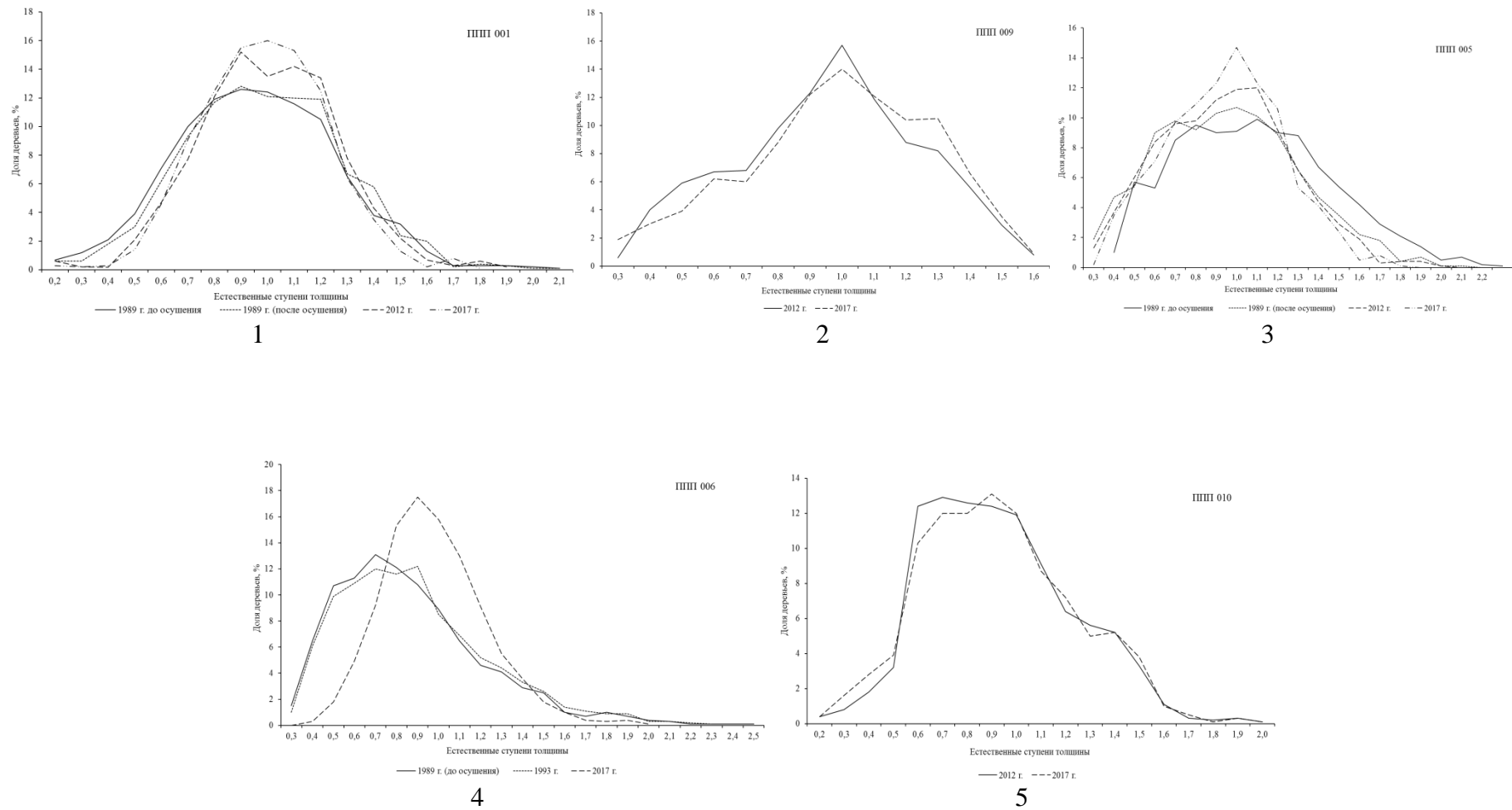


Рис. 5.1. Кривые процентного распределения деревьев по естественным ступеням толщины (1, 2 – сосняк осоково-кустарничковый; 3 – сосняк багульниковый; 4 – сосняк кустарничково-сфагновый)

В сосняке багульниковом и осоково-кустарничковом основная доля деревьев (68,0-71,8%) сосредоточена в ступенях от 0,8 до 1,2, а максимум приходится на естественную ступень равную 1,0, в то время как в кустарничково-сфагновом типе леса 68,1-79,9% деревьев имеет представительство в ступенях от 0,6 до 1,2 с абсолютным максимумом в естественной ступени 0,9.

Таблица 5.2. – Виды рядов распределения деревьев по естественным ступеням толщины

№ ППП	Давность осушения, лет	Вид кривой распределения	Средний диаметр, см	Размах естественных ступеней толщины
Сосняк осоково-кустарничковый				
001	До осушения	Одновершинная	14,7	0,2 - 2,1
	После	Ступенчато-вершинная	15,1	0,2 - 2,1
	24	Ступенчато-вершинная	17,8	0,2 - 1,9
	27	Одновершинная	18,2	0,2 - 1,8
009	24	Ступенчато-вершинная	15,2	0,3 - 1,6
	27	Ступенчато-вершинная	15,7	0,3 - 1,6
Сосняк багульниковый				
005	До осушения	Циклично-вершинная	11,6	0,3 - 2,2
	После	Ступенчато-вершинная	11,9	0,3 - 2,1
	24	Одновершинная	14,5	0,3 - 2,0
	27	Одновершинная	15,1	0,3 - 1,9
Сосняк кустарничково-сфагновый				
006	До осушения	Ступенчато-вершинная	9,1	0,3 - 2,5
	4	Ступенчато-вершинная	9,4	0,3 - 2,5
	27	Одновершинная	13,6	0,4 - 2,0
010	24	Ступенчато-вершинная	14,2	0,2 - 2,0
	27	Ступенчато-вершинная	14,2	0,2 - 2,0

Таблица 5.3. – Основные статистические параметры рядов распределения диаметров деревьев по естественным ступеням толщины

№ ППП	Статистические параметры	Год исследования			
		1989 г. (до осушения)	1989 г. (после осушения)	2012 г.	2017 г.
Сосняк осоково-кустарничковый					
001	Среднее количество деревьев в ступени	35±1,27	34±1,31	31±1,32	31±1,34
	Стандартное отклонение	33,78	33,82	32,16	32,4
	Эксцесс	-1,46±0,19	-1,45±0,19	-1,33±0,21	-1,35±0,21
	Асимметричность	0,53±0,09	0,54±0,09	0,63±0,10	0,63±0,11
009	Среднее количество деревьев в ступени	Нет данных	Нет данных	10±0,83	8±0,78
	Стандартное отклонение			5,9	4,98
	Эксцесс			-1,32 ±0,42	-1,31±0,45
	Асимметричность			0,27±0,21	0,13±0,12
Сосняк багульниковый					
005	Среднее количество деревьев в ступени	43±1,47	41±1,44	32±1,26	30±1,23
	Стандартное отклонение	31,51	33,14	28,21	30,47
	Эксцесс	-1,68±0,17	-1,65±0,17	-1,54±0,19	-1,18±0,20
	Асимметричность	-0,04±0,01	0,14±0,01	0,31±0,09	0,57±0,10
Сосняк кустарничково-сфагновый					
006	Среднее количество деревьев в ступени	31±1,23	31±1,24	Нет данных	23±1,27
	Стандартное отклонение	32,97	31,67		25,65
	Эксцесс	-1,02±0,18	-1,10±0,18		-0,74±0,24
	Асимметричность	0,76±0,09	0,70±0,09		0,88±0,12
010	Среднее количество деревьев в ступени	Нет данных	Нет данных	9±0,66	9±0,60
	Стандартное отклонение			8,61	7,77
	Эксцесс			-1,44±0,37	-1,36±0,38
	Асимметричность			0,52±0,19	0,47±0,19

Анализ данных таблицы 5.4 и рисунка 5.2 показал, что древостои на осушаемых торфах различны по своему строению, однако и имеют общие закономерности. По характеру дифференциации деревьев по условным ступеням толщины на 29 год влияния осушительной мелиорации указывает на наличие во всех древостоях правосторонней асимметрии в рядах распределения их по диа-

метрам различной степени от $0,10 \pm 0,06$ (ППП 005) до $0,69 \pm 0,12$ (ППП 6), а сами кривые распределения имеют вид плосковершинных графиков (значение эксцесса во всех случаях отрицательное и находится в пределах от $-1,53 \pm 0,20$ до $-1,02 \pm 0,24$). Большинство деревьев в сосняках багульниковом и осоково-кустарничковом сосредоточено в условной ступени 6, а от 57,6 до 70,6% от общего количества деревьев находятся 4-7 условных ступенях. В сосняке кустарничково-сфагновом типе леса максимум деревьев смещен к условной ступени толщины 4, а от 75,0 до 80,7% всех деревьев представлены в ступенях 3-6 (рисунок 5.2).

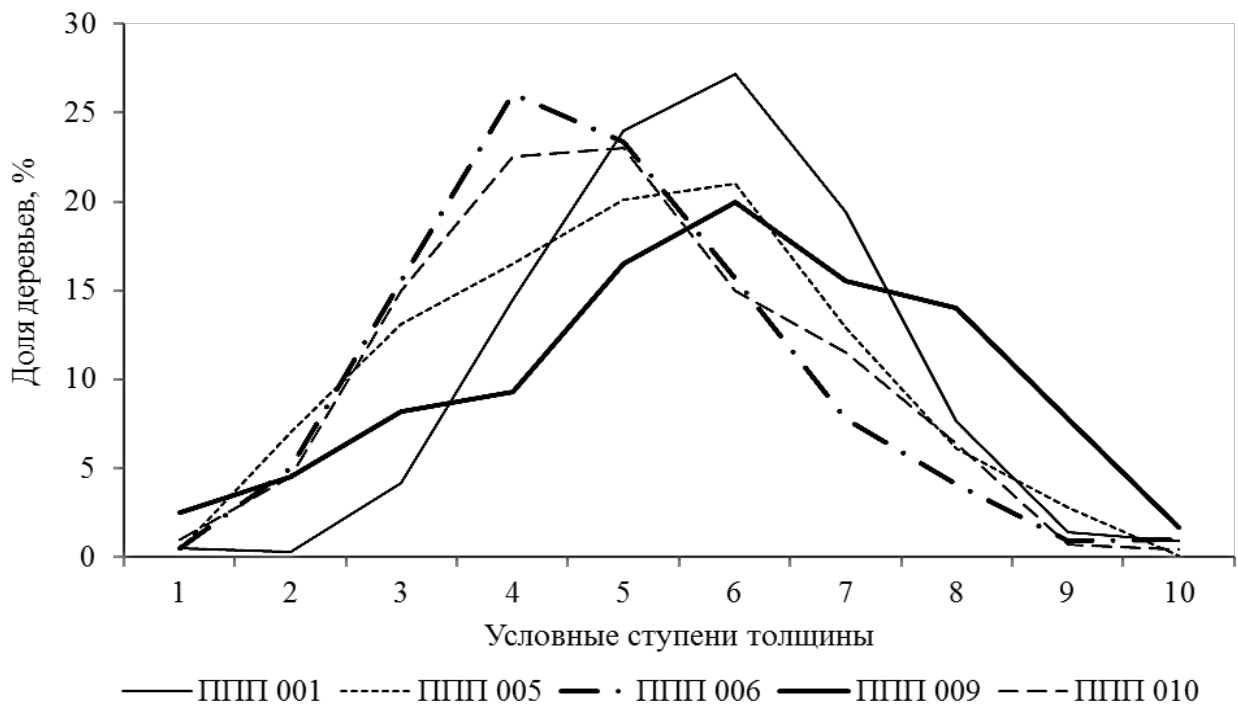


Рис. 5.2. Кривые процентного распределения деревьев по условным ступеням толщины спустя 29 лет после осушения

Более субъективную оценку о строении древостоя дает его распределение по росту с использованием классификации Крафта. Дифференциация деревьев по их росту и развитию приведена в таблице 5.5. Согласно этим данным основная доля деревьев отнесена к I и II классам Крафта, составляющих в совокупно-

сти от 43,7 (на ППП 006) до 67,8% (на ППП 001) от общего количества деревьев.

Таблица 5.4. – Основные статистические параметры распределения деревьев по условным ступеням толщины

№ ППП	Статистические параметры	Год исследования			
		1989 г. (до осушения)	1989 г. (после осушения)	2012 г.	2017 г.
Сосняк осоково-кустарничковый					
001	Среднее количество деревьев в ступени	70±2,65	69±2,63	56±2,37	52±2,29
	Стандартное отклонение	69,36	67,86	56,51	54,35
	Эксцесс	-1,63±0,18	-1,64±0,19	-0,48±0,21	-1,31±0,21
	Асимметричность	0,50±0,09	0,55±0,09	0,56±0,10	0,66±0,11
009	Среднее количество деревьев в ступени	Нет данных	Нет данных	13±1,15	12±1,09
	Стандартное отклонение			8,87	7,44
	Эксцесс			-0,24±0,12	-1,16±0,45
	Асимметричность			0,21±0,18	0,23±0,20
Сосняк багульниковый					
005	Среднее количество деревьев в ступени	87±2,94	83±2,88	63±2,51	60±2,46
	Стандартное отклонение	63,42	59,45	52,12	46,94
	Эксцесс	-1,72±0,17	-1,85±0,17	-1,66±0,19	-1,53±0,20
	Асимметричность	0,09±0,03	0,11±0,08	0,20±0,09	0,10±0,06
Сосняк кустарничково-сфагновый					
006	Среднее количество деревьев в ступени	72±2,68	71±2,67	Нет данных	41±2,03
	Стандартное отклонение	74,17	69,93		39,69
	Эксцесс	-1,0±0,18	-1,21±0,18		-1,02±0,24
	Асимметричность	0,81±0,09	0,70±0,09		0,69±0,12
010	Среднее количество деревьев в ступени	Нет данных	Нет данных	17±1,32	16±1,29
	Стандартное отклонение			15,48	14,36
	Эксцесс			-1,5±0,37	-1,41±0,38
	Асимметричность			0,40±0,19	0,38±0,19

Кроме того на всех ППП отмечено значительное накопление деревьев соответствующих Va и Vб классу, то есть угнетенные основным пологом, отмирающие или уже погибшие деревья. Наибольшее (32,6 и 28,8%) количество та-

ких деревьев отмечено в насаждениях сосняка осоково-кустарничкового и кустарничково-сфагнового типов леса, средний возраст древостоя которых достигает 109 и 142 года соответственно. В остальных ППП аналогичный показатель находится в пределах от 19,0 до 24,5%, что указывает на ухудшение санитарной обстановки в насаждении спустя 29 лет после осушения. В целом, среднее значение класса роста по Крафту на изучаемых ППП варьирует от II,4 (ППП 001) до III,1 (ППП 006).

Таблица 5.5. – Распределение деревьев по классам роста Крафта спустя 29 лет после осушения

№ ППП	Класс роста по Крафту						Итого	Среднее значение класса Крафта
	I	II	III	IV	Va	Vб		
Сосняк осоково-кустарничковый								
001	<u>236</u> 36,3	<u>205</u> 31,5	<u>75</u> 11,5	<u>11</u> 1,7	<u>16</u> 2,6	<u>106</u> 16,4	<u>649</u> 100,0	II,4
009	<u>50</u> 28,6	<u>45</u> 25,7	<u>17</u> 9,7	<u>6</u> 3,4	<u>11</u> 6,3	<u>46</u> 26,3	<u>175</u> 100	II,9
Сосняк багульниковый								
005	<u>216</u> 27,0	<u>271</u> 34,0	<u>95</u> 11,9	<u>21</u> 2,6	<u>24</u> 3,1	<u>170</u> 21,4	<u>797</u> 100,0	II,6
Сосняк кустарничково-сфагновый								
006	<u>125</u> 17,5	<u>187</u> 26,2	<u>126</u> 17,7	<u>70</u> 9,8	<u>24</u> 3,4	<u>182</u> 25,4	<u>714</u> 100,0	III,1
010	<u>57</u> 24,7	<u>70</u> 30,3	<u>39</u> 16,9	<u>12</u> 5,2	<u>9</u> 3,9	<u>44</u> 15,0	<u>231</u> 100,0	II,7

Проведенный нами корреляционный анализ позволяет сделать вывод, что в насаждениях сосняка осоково-кустарничкового типа леса четкой зависимости удаленности магистрального канала на распределение деревьев по классам роста Крафта не наблюдается. Связь во всех случаях слабая и недостоверная (таблица 5.6). В сосняке багульниковом и кустарничково-сфагновом деревья I-III классов роста имеют недостоверную слабую линейную зависимость (ППП 005 и 006). Исключение ППП 010, где с приближением к осушительному каналу, количество деревьев I-III класса роста постепенно увеличивается (связь сильная

($r=-0,75$), достоверная) и снижается количество угнетенных основным пологом деревьев (таблица 5.6). Повышение значения среднего класса роста по мере удаления от осушительных каналов на ППП 005 и 010 подтверждается наличием прямой линейной, достоверной средней силы связи, в то время как на остальных ППП данная связь слабая и недостоверная.

Таблица 5.6. – Параметры связи класса роста по Крафту с удаленностью от осушительного канала

№ ППП	Статистические параметры	Класс роста по Крафту			Общее количество деревьев в 10 м ленте
		I-III	IV-V	средний класс роста	
Сосняк осоково-кустарничковый					
001	r	0,20	0,07	-0,01	0,18
	t _{расч.}	0,96	0,30	0,05	0,86
	t _{0,05}	2,10	2,10	2,10	2,10
009	r	-0,23	-0,34	-0,56	-0,29
	t _{расч.}	0,50	0,72	1,10	0,63
	t _{0,05}	2,23	2,23	2,23	2,23
Сосняк багульниковый					
005	r	0,28	0,40	0,42	0,34
	t _{расч.}	1,34	2,15	2,25	1,75
	t _{0,05}	2,11	2,11	2,11	2,11
Сосняк кустарничково-сфагновый					
006	r	0,42	0,26	-0,10	0,40
	t _{расч.}	2,04	1,12	0,35	1,96
	t _{0,05}	2,15	2,15	2,15	2,15
010	r	-0,75	0,86	-0,67	-0,84
	t _{расч.}	4,75	7,20	3,66	6,78
	t _{0,05}	2,23	2,23	2,23	2,23

5.2. Санитарное состояние осушаемых сосняков

Немаловажным индикатором, происходящих изменений после осушения, является накопление патологического отпада и в целом санитарное состояние насаждения, знание последнего позволяет дать более объективную оценку эф-

фективности проведенных мелиоративных работ. Определение санитарного состояния, помимо установления его средневзвешенных значений категорий в различных типах леса, преследовало цель выявления долевого соотношения деревьев разных категорий, в том числе валежа и сухостоя, а также выявление особенностей механизма естественного изреживания и оценки влияния осушительной системы на данный процесс. Материалы данного раздела были ранее нами опубликованы (Залесов, Тукачева, 2018а).

Причинами ухудшения санитарного состояния на разных этапах роста древостоя служат множество факторов. Однако наиболее значимыми являются работа осушительной системы, естественное старение древостоя и стихийные бедствия (лесные пожары). В первые годы после осушения отмечается закономерный отпад деревьев ввиду резкого и кардинального изменения условий среды. В дальнейшем изреживание связано с внутривидовой конкуренцией и значительно зависит от возраста самого древостоя и интенсивности осушения.

Отсутствие за все время существования стационара ухода за осушительной сетью, не могло не сказаться на санитарном и экологическом состоянии насаждений. По результатам натурного исследования массовых очагов вредителей обнаружено не было, отмечены следы присутствия на отдельных деревьях ходов большого соснового лубоеда (рисунок 5.3, п. 1 и 3), а на побегах гусениц коконопряда соснового (рисунок 5.4). Морозобойные трещины были зафиксированы в непосредственной близости от магистрального канала со стороны гари – обширной открытой территории, являющейся своеобразной «морозобойной ямой» (рисунок 5.3, п. 2 и 3).

Расчетная средневзвешенная категория санитарного состояния насаждения изучаемых типов леса находится в пределах от 2,4 до 3,5, а основная доля (от 38,0 до 55,9% общего количества деревьев) представлена первой категорией санитарного состояния, то есть «здоровыми» (таблица 5.7). Исключение составляет ППП 006, расположенная в сосняке кустарничково-сфагновом типе леса, где на долю «здоровых» деревьев приходится лишь 13,3%, а большая часть деревьев является «сильно ослабленными» (24,8%), еще 22,0 и 10,2% представле-

ны старыми сухостоем и буреломом (рисунок 5.5). Следует отметить, что насаждение данной ППП имеет самую высокую средневзвешенную категорию (3,5) по сравнению с другими ППП и отличается высоким средним возрастом древостоя (142 года). Последнее обстоятельство скорее всего и является первопричиной снижения его общего санитарного состояния на фоне неудовлетворительной работы осушительных каналов.



Рис. 5.3. Ходы большого соснового лубоеда на стволе сухостоя (1); морозобойная трещина (2); заселение ствола живого дерева большим сосновым лубоедом в результате морозобоины (3)



Рис. 5.4. Гусеница коконопряда соснового (*Dendrolimus pini* L.) (1 – фото из определителя (Ижевский и др., 2005); 2 – фото 2017 г.)



Рис. 5.5. Старый бурелом (1) и старый сухостой сосны (2) на ППП 006

Доля текущего отпада, которая включает в себя деревья санитарного состояния 4, 5, 5а, 5б категорий, на всех ППП не превышает 14,4%, а его максимум зафиксирован на ППП 006 и 010 (таблица 5.7).

Таблица 5.7. – Распределение деревьев по категориям санитарного состояния спустя 29 лет после осушения, экз. / %

№ ППП	Порода	Возраст, лет	Категория санитарного состояния											Средневзвешенная категория	
			1	2	3	4	5	5а	5б	6	6а	6б	7		Итого
Сосняк осоково-кустарничковый															
001	С	129	$\frac{372}{48,5}$	$\frac{131}{17,1}$	$\frac{19}{2,5}$	$\frac{21}{2,7}$	-	-	$\frac{12}{1,6}$	$\frac{102}{13,3}$	$\frac{1}{0,1}$	$\frac{104}{13,6}$	$\frac{5}{0,6}$	$\frac{767}{100}$	2,5
009	Б	-	$\frac{17}{70,8}$	$\frac{1}{4,2}$	-	-	-	-	$\frac{1}{4,2}$	$\frac{5}{20,8}$	-	-	-	$\frac{24}{100}$	2,5
	С	117	$\frac{105}{54,8}$	$\frac{11}{5,7}$	$\frac{2}{1,0}$	$\frac{11}{5,7}$	-	-	$\frac{10}{5,2}$	$\frac{40}{20,8}$	-	$\frac{7}{3,7}$	$\frac{6}{3,1}$	$\frac{192}{100}$	
Сосняк багульниковый															
005	С	99	$\frac{505}{55,9}$	$\frac{77}{8,5}$	$\frac{20}{2,2}$	$\frac{27}{3,0}$	-	-	$\frac{30}{3,3}$	$\frac{166}{18,4}$	-	$\frac{74}{8,2}$	$\frac{5}{0,5}$	$\frac{904}{100}$	2,4
Сосняк кустарничково-сфагновый															
006	С	142	$\frac{110}{13,3}$	$\frac{102}{12,4}$	$\frac{204}{24,8}$	$\frac{108}{13,1}$	$\frac{5}{0,6}$	-	$\frac{6}{0,7}$	$\frac{181}{22,0}$	$\frac{20}{2,4}$	$\frac{84}{10,2}$	$\frac{4}{0,5}$	$\frac{824}{100}$	3,5
010	С	109	$\frac{92}{38,0}$	$\frac{57}{23,6}$	$\frac{15}{6,2}$	$\frac{22}{9,1}$	$\frac{1}{0,4}$	-	$\frac{4}{1,6}$	$\frac{43}{17,8}$	-	$\frac{7}{2,9}$	$\frac{1}{0,4}$	$\frac{242}{100}$	2,6

Кроме того накопление деревьев, усохших в течение последних 3 лет, или «свежий сухостой», наблюдается лишь в насаждении сосняка кустарничково-сфагнового и по сравнению с количеством деревьев других категорий санитарного состояния, представленных в данных древостоях, доля его незначительна (0,4-0,6%). На всех ППП не было зафиксировано наличия «свежего ветровала» или 5а категории санитарного состояния.

Распределение деревьев по категориям санитарного состояния в сосняке осоково-кустарничковом не коррелируется с удаленностью магистрального канала, связь во всех случаях слабая ($r < 0,55$) недостоверная (таблица 5.8).

Таблица 5.8. – Параметры связи категории санитарного состояния древостоя и удаленности осушительного канала

№ ППП	Статистические параметры	Категории санитарного состояния				Общее количество деревьев в 10 м ленте
		1-3	4, 5, 6 и 7	5а, 5б, 6а и 6б	средневзвешенная категория	
Сосняк осоково-кустарничковый						
001	r	0,18	0,10	0,02	0,03	0,15
	t _{расч.}	0,86	0,46	0,09	0,11	0,67
	t _{0,05}	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
009	r	-0,46	-0,03	0,18	0,54	-0,20
	t _{расч.}	0,94	0,08	0,47	1,94	0,45
	t _{0,05}	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Сосняк багульниковый						
005	r	0,26	0,42	0,65	0,76	0,44
	t _{расч.}	1,26	2,31	4,54	6,32	2,45
	t _{0,05}	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11
Сосняк кустарничково-сфагновый						
006	r	0,72	-0,26	0,47	-0,71	0,47
	t _{расч.}	5,02	0,86	2,41	2,04	2,38
	t _{0,05}	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
010	r	0,84	-0,81	0,62	0,13	0,87
	t _{расч.}	6,79	5,88	3,16	0,46	7,54
	t _{0,05}	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23

Однако в двух других типах она прослеживается в накоплении отпада, то есть деревьев 5а, 5б, 6а и 6б категорий санитарного состояния и характеризует-

ся прямолинейной положительной достоверной зависимостью средней силы (r варьирует от 0,47 до 0,65). В насаждении сосняка кустарничково-сфагнового типа леса по мере удаления от магистрального канала идет тенденция увеличения деревьев 1-3 категории санитарного состояния (связь сильная r от 0,72 и 0,84, достоверная $t_{\text{расч.}} > t_{0,05}$) (таблица 5.8).

Усыхание деревьев в первое постмелиоративное пятилетие есть следствие реакции деревьев на коренное изменение условий их произрастания. Наиболее активно данный процесс протекал в насаждениях сосняка осоково-кустарничкового и багульникового типов леса. Доля сухостоя в насаждениях указанных типов леса увеличилась на 15,6-26,5% по сравнению с исходными данными в год осушения (таблица 5.9). Динамика перехода деревьев в стадию сухостоя в сосняке кустарничково-сфагновом менее выражена в первое пятилетие, однако на ППП 010 во втором и третьем десятилетиях резко возрастает (в 2,2 и 1,8 раза) по сравнению с периодом до проведения мелиоративных работ.

Таблица 5.9. – Динамика накопления сухостоя в различных типах леса, экз./га / %

№ ППП	Количество сухостоя				
	на момент осушения	Период после осушения, лет			
		5	10	25	29
Сосняк осоково-кустарничковый					
001	<u>492</u> 100	<u>570</u> 115,9	<u>420</u> 85,4	<u>225</u> 45,7	<u>308</u> 62,6
009	<u>713</u> 100	<u>834</u> 117,0	Нет данных	<u>638</u> 89,5	<u>713</u> 100,0
Сосняк багульниковый					
005	<u>366</u> 100	<u>463</u> 126,5	<u>787</u> 215,0	<u>511</u> 139,6	<u>516</u> 141,0
Сосняк кустарничково-сфагновый					
006	<u>750</u> 100	<u>760</u> 101,3	<u>656</u> 87,5	Нет данных	<u>634</u> 84,5
010	<u>242</u> 100	<u>240</u> 99,2	<u>292</u> 120,7	<u>542</u> 224	<u>442</u> 182,6

На ППП 005 также отмечается тенденция увеличения доли сухостоя в составе древостоя с увеличением давности осушения.

Спустя 29 лет после осушения сухостой представлен преимущественно тонкомерными, отставшими в росте деревьями, однако усыхают деревья практически во всех ступенях толщины, в том числе толстомерных (рисунок 5.6). Так, например, от 71,5 до 96,2% от общего количества сухостоя сосредоточено в ступенях толщины до 10 см.

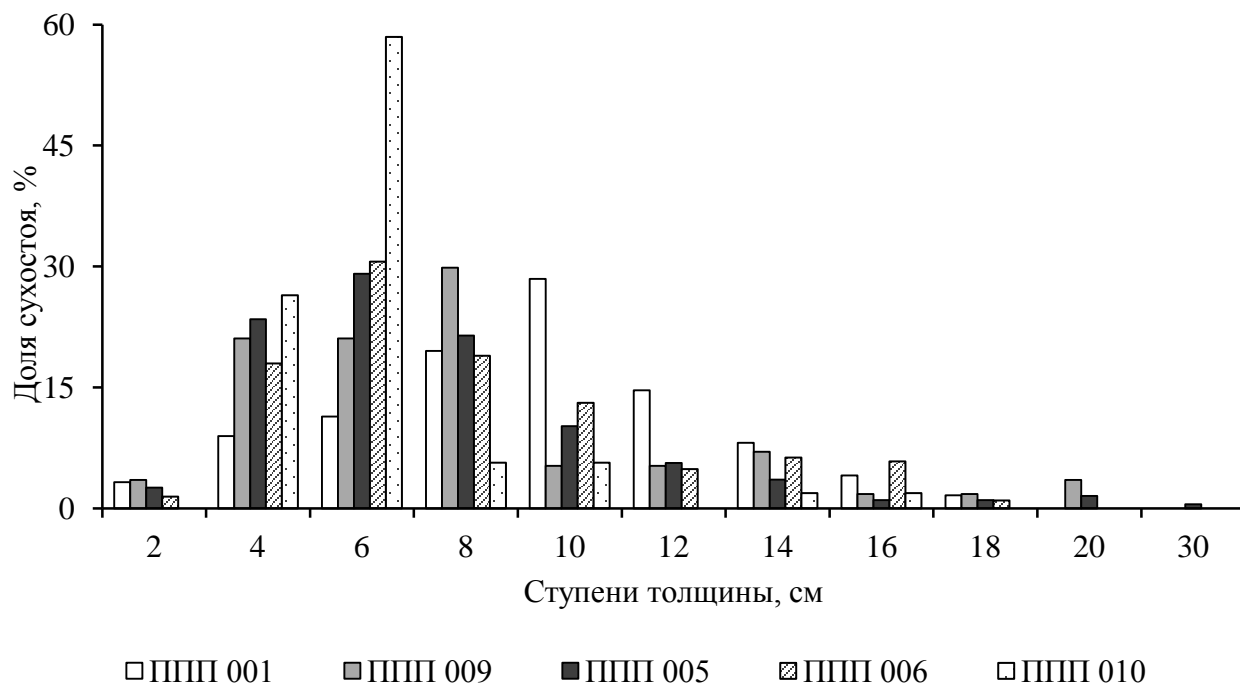


Рис. 5.6. Дифференциация по ступеням толщины сухостоя сосны спустя 29 лет после осушения

Уменьшение показателя встречаемости сухостойных деревьев с увеличением диаметра ствола сосны в общем распределении деревьев по ступеням толщины в древостое на ППП можно выразить уравнением связи с коэффициентом детерминации равным от 0,90 до 0,96. Для насаждения осоково-кустарничкового типа леса на ППП 001 уравнение связи принимает вид: $y=0,0916x^3-2,9325x^2+19,65x+64,127$, $R^2=0,96$, на ППП 009: $y=0,0506x^3-1,334x^2+2,0464x+103,27$, $R^2=0,95$. В сосняке багульниковом типе леса (ППП 005): $y=0,0601x^3-1,6403x^2+4,851+90,357$, $R^2=0,93$. На ППП 006 и 010, представленных насаждениями кустарничково-сфагнового типа леса, уравнения связи

следующее: $y=0,0431x^3-0,8179x^2-5,2533x+120,75$, $R^2=0,95$ и $y=1,0172x^2-27,404x+183,54$, $R^2=0,90$ соответственно.

Отпад, как компонент насаждения, включает в себя деревья, упавшие на почву по разным причинам (бурелом, ветровал, снеголом, упавшие сухостойные деревья или деревья, отмершие в результате старости или борьбы за существование) (Луганский и др., 2010). Естественный отпад во всех древостоях носит ярко выраженный низовой характер, то есть протекает за счет тонкомерных деревьев (таблица 5.10). В общем количестве деревьев в древостое на долю отпада приходится от 4,5 до 15,3%, причем наибольшее его количество отмечено в древостоях имеющих средний возраст 129 (ППП 001) и 142 года (ППП 006).

Таблица 5.10. – Дифференциация отпада по ступеням толщины спустя 29 лет после осушения, экз. / %

№ ППП	Ступени толщины, см											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	итого
001	<u>4</u> 3,4	<u>18</u> 15,4	<u>42</u> 35,9	<u>20</u> 17,1	<u>13</u> 11,0	<u>9</u> 7,7	<u>9</u> 7,7	<u>1</u> 0,9	-	<u>1</u> 0,9	-	<u>117</u> 100,0
009	<u>3</u> 18,8	<u>2</u> 12,5	<u>6</u> 37,5	<u>4</u> 25,0	-	-	-	-	-	<u>1</u> 6,2	-	<u>16</u> 100,0
005	<u>2</u> 1,8	<u>32</u> 30,8	<u>37</u> 35,6	<u>18</u> 17,3	<u>9</u> 8,7	<u>4</u> 3,8	-	<u>1</u> 1,0	-	-	<u>1</u> 1,0	<u>104</u> 100,0
006	<u>7</u> 6,4	<u>39</u> 35,5	<u>21</u> 19,1	<u>13</u> 11,8	<u>16</u> 14,5	<u>11</u> 10,0	<u>2</u> 1,8	<u>1</u> 0,9	-	-	-	<u>110</u> 100,0
010	<u>2</u> 18,2	<u>5</u> 45,5	<u>3</u> 27,3	-	-	-	<u>1</u> 9,0	-	-	-	-	<u>11</u> 100,0

Процесс отпада является естественным для жизнедеятельности древостоя механизмом регулирования их густоты. Значение последней, за 29 лет действия осушительной мелиорации на древостой, сильно варьирует по типам леса и принимает следующие значения в порядке увеличения доли отпада по сравнению с их первоначальной густотой в год осушения: 24,9% (ППП 001), 27,1% (ППП 010), 29,2% (ППП 006), 30,3% (ППП 005) и 41,0% (ППП 009).

Резюмируя все выше сказанное, следует отметить, что отсутствие ухода за древостоями и осушительной системой на стационарном объекте значительно сказывается на санитарном состоянии древостоя, приводит к накоплению в его составе сухостоя, усиливает процессы естественного отпада, что в свою очередь повышает пожарную опасность и риск появления очагов вредителей и болезней леса на данной территории.

5.3. Предварительное возобновление

Под предварительным возобновлением понимается процесс формирования нового поколения лесообразующих пород под пологом насаждений, а также за счет сохранившейся части подроста на сплошных вырубках после лесозаготовок, на грязах и горельниках (Луганский и др., 2010).

Анализ количественного и качественного состояния подроста спустя 27 лет после осушения (таблица 5.11) показал, что естественное возобновление хозяйственно ценными породами протекает неудовлетворительно абсолютно во всех типах леса. Минимальное и максимальное количество жизнеспособного подроста сосны было зафиксировано в сосняке кустарничково-сфагновом, его количество варьировало от 14 (на ППП 006) до 365 экз./ га (на ППП 010). Также следует отметить, что на большинстве ППП породный состав подроста смешанный, помимо сосны имеется примесь березы и ели. Наличие елового подроста, составляющего от 2 до 10 единиц состава, наблюдается только в насаждении сосняка осоково-кустарничкового, где его насчитывается от 16 до 1406 экз./га (таблица 5.11). Большая часть жизнеспособного хвойного подроста представлена первой группой высот (до 0,5 м) и возрастом до 10 лет. Исключение составляет насаждение сосняка багульникового типа леса, где основная доля подроста как хвойного, так и лиственного имеет возраст от 11 лет и более и сосредоточена преимущественно во второй группе высот (0,6-1,5 м). В целом, можно констатировать, что выживаемость подроста под пологом древостоя

весьма низкая, а его количества не достаточно для успешного лесовозобновления.

Таблица 5.11. – Количество подроста по группам возраста и высот в различных типах леса спустя 29 лет после осушения, экз./га

ППП №	Состав по породам	Всходы	Группы возраста, лет							Итого подрост	Нежизнеспособный
			самосев		6-10		11-15		более 15		
			Группы высот, м								
			до 0,5	0,6-1,5	до 0,5	0,6-1,5	0,6-1,5	0,6-1,5	более 1,5		
Сосняк осоково-кустарничковый											
001	7С	56	56	-	-	-	-	-	-	56	68
	2Е	2	4	-	6	-	6	-	-	16	-
	1Б	-	-	4	-	4	-	-	3	11	-
009	С	141	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10Е	16	859	-	391	-	-	-	156	1406	-
Сосняк багульниковый											
005	7С	1286	-	-	16	-	237	26	33	312	263
	3Б	-	16	-	-	-	26	-	66	108	-
Сосняк кустарничково-сфагновый											
006	6С	264	14	-	-	-	-	-	-	14	50
	4Б	-	-	3	-	3	-	-	3	9	-
010	10С	3458	52	-	-	-	-	-	313	365	938

Неравномерность влияния осушительной системы сказывается на пространственном размещении подроста. Предпринята попытка установить влияние удаленности осушительной системы на лесовозобновительный процесс спустя 27 лет после проведения мелиоративных работ. Полученные данные приведены в таблице 5.12, а распределение подроста по площади на рисунках 5.7-5.9. Количественные показатели подроста были переведены на 1 га. В ранее опубликованных работах указывается на отсутствие значимого влияния осушительной системы на пространственное размещение подроста, однако данное положение не в полной мере согласуется с нашими данными. Исходя из приведенных в таблице данных, следует, что связь между количеством соснового подроста и влиянием магистрального канала в большинстве случаев слабая ($r <$

0,55) и недостоверная, кроме ППП 010, где возобновление лучше протекает в приканальной полосе (связь прямолинейная, отрицательная, достоверная).

Таблица 5.12. – Параметры связи количества всходов и подроста и расстояния до осушительных каналов

№ ППП	Статистические параметры	Всходы		Подрост			Нежизнеспособный подрост	
		Порода						
		С	Е	С	Б	Е	С	Б
Сосняк осоково-кустарничковый								
001	r	-0,07	0,40	0,17	-0,21	0,56	-	-0,33
	t _{расч.}	0,32	1,84	0,73	0,90	2,85	-	1,49
	t _{0,05}	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	-	2,10
009	r	-0,90	0,26	-	-	0,82	-	-
	t _{расч.}	5,02	0,65	-	-	3,50	-	-
	t _{0,05}	2,45	2,45	-	-	2,45	-	-
Сосняк багульниковый								
005	r	0,76	-	-0,26	0,53	-	-0,55	-
	t _{расч.}	4,82	-	1,10	2,60	-	2,75	-
	t _{0,05}	2,11	-	2,11	2,11	-	2,11	-
Сосняк кустарничково-сфагновый								
006	r	0,59	-	0,38	-0,41	-	0,32	-
	t _{расч.}	2,75	-	1,56	1,66	-	1,24	-
	t _{0,05}	2,15	-	2,15	2,15	-	2,15	-
010	r	0,47	-	-0,73	-	-	0,69	-
	t _{расч.}	1,68	-	3,37	-	-	3,00	-
	t _{0,05}	2,23	-	2,23	-	-	2,23	-

Для елового подроста (ППП 001 и 009) лучшие условия произрастания складываются по мере удаления от магистрального канала, о чем свидетельствуют высокие коэффициенты корреляции (r равен 0,56 и 0,82), а их достоверность подтверждается на 0,05 уровне значимости ($t_{расч.}=2,85 > t_{0,05}=2,10$ и $t_{расч.}=3,5 > t_{0,05}=2,45$).

Анализ встречаемости всходов и подроста, приведенного в таблице 5.13, показал, что пространственное размещение соснового подроста на большинстве ППП характеризуется как неравномерное.

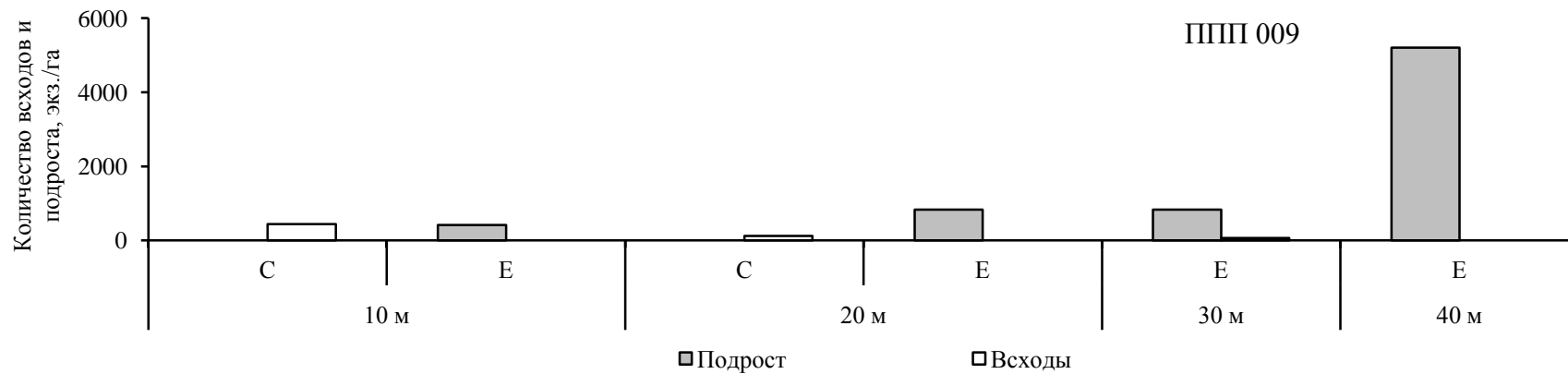
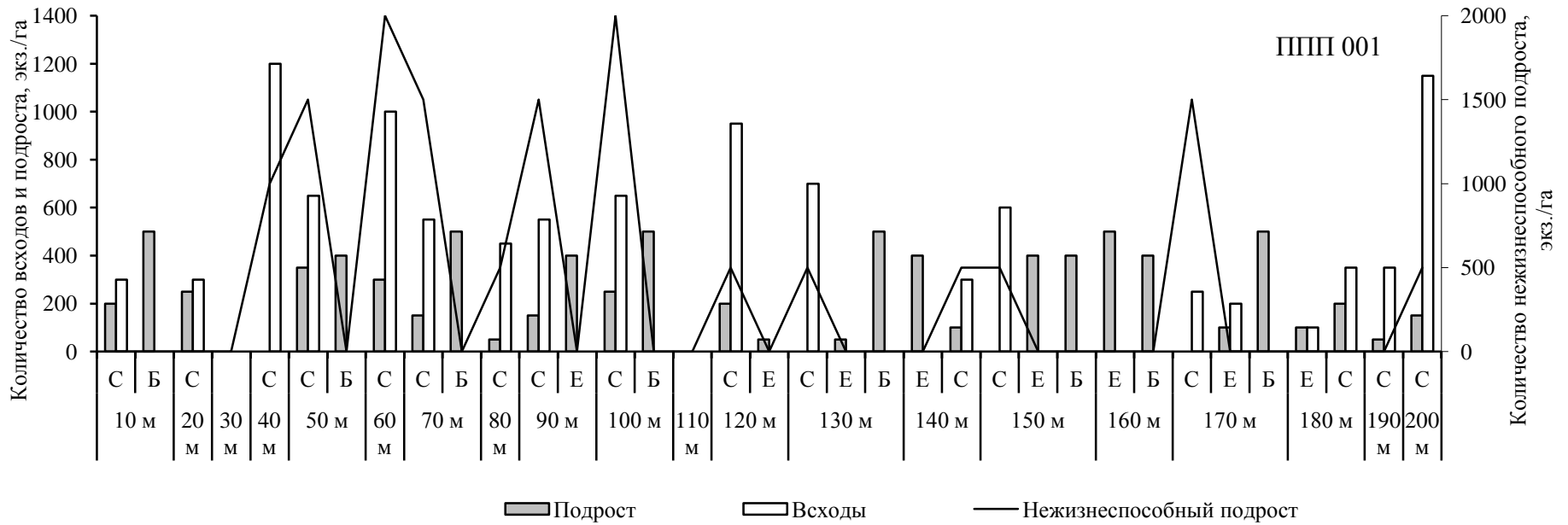


Рис. 5.7. Количество подроста и всходов в зависимости от удаленности от магистрального канала в насаждениях сосняка осоково-кустарничкового (ППП 001 и ППП 009)

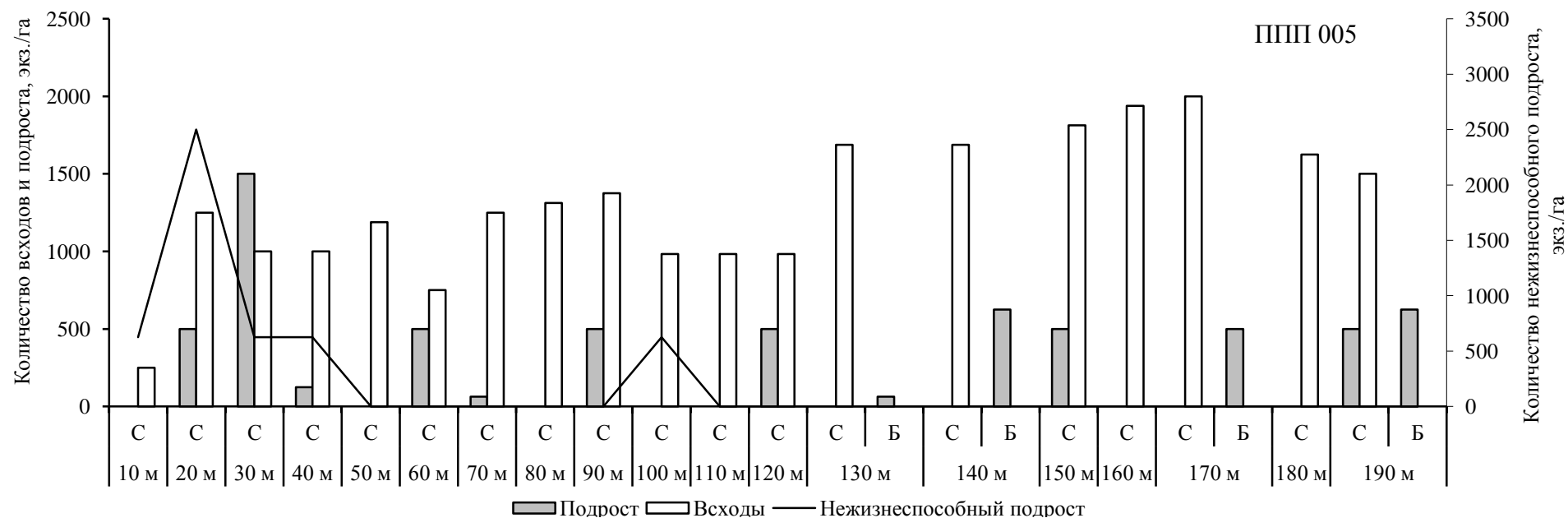


Рис. 5.8. Количество подроста и всходов в зависимости от удаленности от магистрального канала в насаждениях сосняка багульникового (ППП 005)

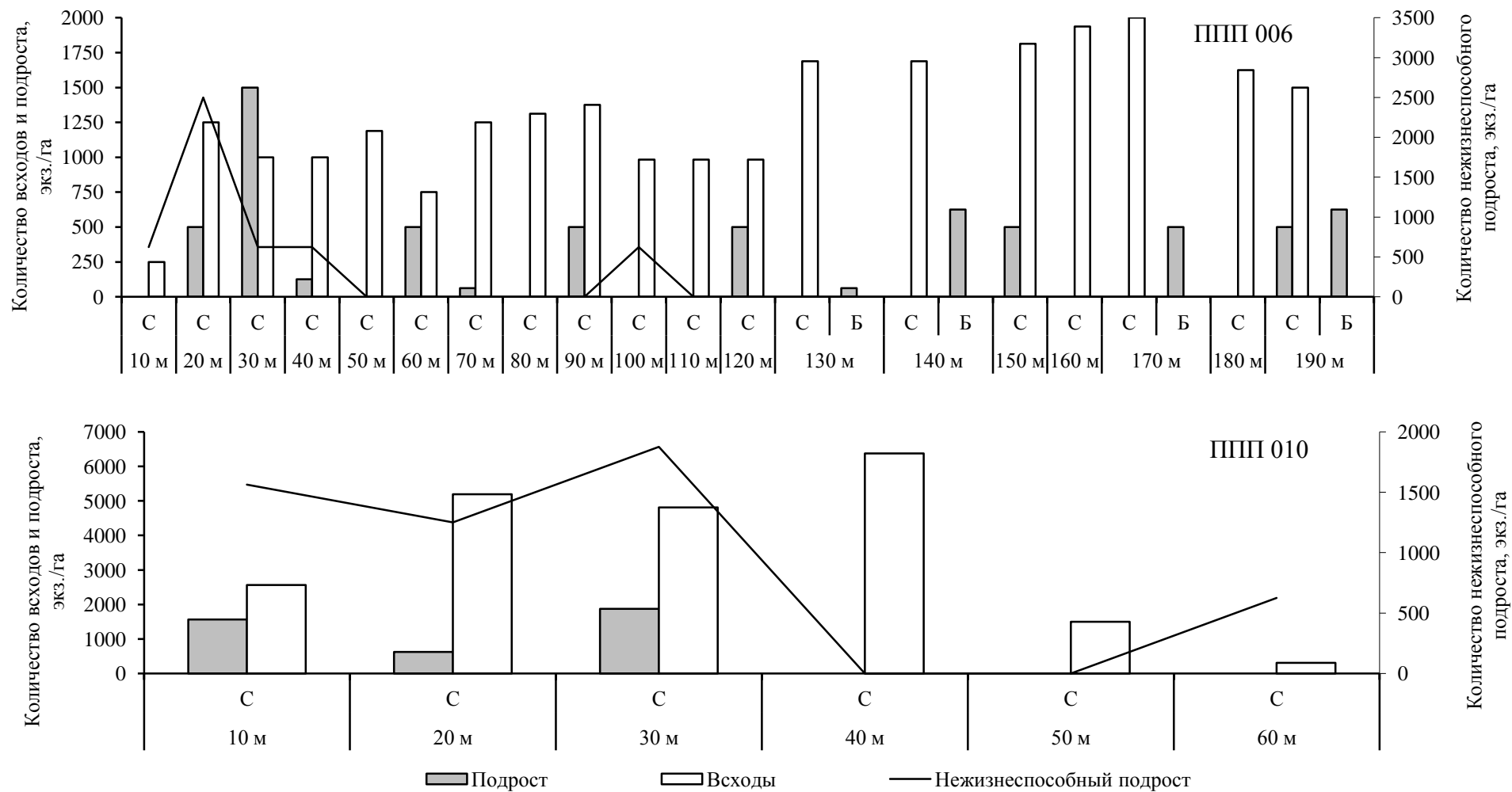


Рис. 5.9. Количество подроста и всходов в зависимости от удаленности от магистрального канала в насаждениях сосняка кустарничково-сфагнового (ППП 006 и 010)

Таблица 5.13. – Показатель встречаемости всходов и подроста спустя 29 лет после осушения

№ ППП	Встречаемость, %						
	Всходы		Подрост			Нежизнеспособный подрост	
	С	Е	С	Б	Е	С	Б
Сосняк осоково-кустарничковый							
001	85	10	60	25	40	65	-
009	50	25	-	-	100	-	-
Сосняк багульниковый							
005	100	-	47	21	-	21	-
Сосняк кустарничково-сфагновый							
006	100	-	31	13	6	56	-
010	100	-	50	-	-	67	-

Показатель встречаемости соснового подроста в различных типах леса варьирует от 0 до 60%, елового от 40 до 100%, а лиственного от 0 до 25%. Всходы хвойных пород представлены на всех ППП равномерно, однако их выживаемость на всех ППП минимальна.

Резюмируя все выше сказанное можно сделать вывод, что предварительное возобновление под пологом материнского древостоя протекает хвойными породами неудовлетворительно, а его пространственное размещение неравномерное. Иными словами осушительная мелиорация только обеспечивает условия для появления всходов и роста подроста, но не снимет конкуренции со стороны древостоя и ЖНП, которые вступают сдерживающим фактором его дальнейшего развития.

5.4. Динамика живого напочвенного покрова

Флористическое богатство ЖНП на исследуемых объектах за 29 лет воздействия осушительной мелиорации было представлено 13 видами растений из 10 родов и 7 семейств. Количество видов растений варьирует по годам.

Наибольшее распространение имеет семейство Вересковое (*Ericaceae*) включающее в себя 3 три рода: Багульник (*Ledum*), Хамедафне (*Chamaedaphne*) и Вакциниум (*Vaccinium*). Семейство Осоковые (*Cyperaceae*) представлены 2 родами: Пушица (*Eriophorum*) и Осока (*Carex*). В остальных семействах, таких как семейство Розовые (*Rosaceae*) имеются представители только одного рода – род Рубус (*Rubus*), семейство Политриховые (*Polytrichaceae*) – род Политрихум (*Polytrichum*), семейство Гилокомиевые (*Hylocomiaceae*) – род Плевроциум (*Pleurozium*), семейство Сфагновые (*Sphagnaceae*) – род Сфагнум (*Sphagnum*).

В травяно-кустарничковом ярусе ЖНП имеются как постоянные представители на всех ППП, такие как багульник болотный (*Ledum palustre* L.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), морощка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), так и виды, которые являются постоянными представителями только в отдельных типах леса. Примером тому может служить черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) широко распространенная в насаждениях сосняка осоково-кустарничкового типа леса (таблица 5.16). Можно предположить, что в данном насаждении постепенно идет процесс смены типа леса в сторону осушаемого сосняка черничного, поскольку запас фитомассы черники по мере увеличения давности мелиоративных работ неуклонно растет и уже спустя 29 лет достигает от 46,2 до 50,9% от общей фитомассы ЖНП на ППП. Остальные виды травяно-кустарничкового и мохового ярусов не имеют стабильного присутствия в составе ЖНП. В частности, появление и исчезновение клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.), мирта болотного (*Chamaedaphne calyculata* L.) и сфагнума узколистного (*Sphagnum angustifolium* (Warnst.) С.Е.О.Jensen) напрямую зависит от работы осушительных каналов по отводу избыточной почвенной влаги.

Точность опыта при определении надземной фитомассы в естественном (свежем) состоянии по видам растений на ППП различна и находится в пределах от 17,0 до 30,3% и допустима при изучении травяно-кустарничкового

яруса (Аткина, 2000). Достоверность приведенных в таблице 5.14 результатов подтверждается на 0,05 уровне значимости, во всех случаях $t_{\text{расч}} > t_{0,05}$.

Таблица 5.14. – Статистические параметры запаса надземной фитомассы в естественном состоянии в различных типах леса

№ ППП	Фитомасса одного растения в сыром состоянии, г			V, %	P, %	t _{расч.}	t _{0,05}
	средняя	min	max				
Спустя 24 года после осушения (2012 г.)							
Сосняк осоково-кустарничковый							
001	8,28±2,10	0,17	56,74	160,0	25,6	4,24	2,02
009	9,15±1,64	0,29	47,85	113,4	17,9	3,28	2,02
Сосняк багульниковый							
005	14,98±2,91	0,24	74,72	108,0	19,4	5,84	2,03
Сосняк кустарничково-сфагновый							
006	9,47±1,6	0,22	51,14	102,2	17,0	3,23	2,03
010	9,21±1,96	0,17	56,23	112,8	21,3	3,95	2,05
Спустя 29 лет после осушения (2018 г.)							
Сосняк осоково-кустарничковый							
001	12,02±2,07	0,20	81,30	139,9	17,2	4,10	2,00
009	15,07±2,74	0,40	83,30	117,9	18,2	5,47	2,02
Сосняк багульниковый							
005	23,02±6,97	0,18	381,70	251,5	30,3	13,80	2,00
Сосняк кустарничково-сфагновый							
006	21,45±5,74	0,13	259,30	222,5	26,8	11,38	2,00
010	32,94±9,70	0,70	1383,50	244,7	29,5	19,22	2,00

В специализированной научной литературе указывают только на кратковременный рост общей надземной фитомассы ЖНП в начальном периоде после осушения, а затем по мере увеличения давности мелиорации происходит ее заметное снижение, в том числе ягодных кустарничков. Для подтверждения или опровержения данного положения относительно наших данных был проведен корреляционный анализ, где помимо влияния давности осушения на запас общей фитомассы и ягодной группы ЖНП в абсолютно сухом

состоянии, проверялось наличие связи последних с относительной полнотой древостоя.

Результаты, приведенные в таблице 5.15, указывают на наличие сильной достоверной прямолинейной корреляционной связи давности осушения и общей фитомассы только на ППП 009 и 010. На остальных ППП с увеличением давности осушения фитомасса снижается, теснота данной связи варьирует от слабой (ППП 005) до средней (ППП 001 и 006) и во всех случаях не подтверждается на 0,05 уровне значимости. В сосняке осоково-кустарничковом полнота материнского древостоя в меньшей степени влияет на запас фитомассы ягодной группы, чем давность осушения, где с увеличением постмелиоративного периода происходит ее снижение (таблица 5.15). В условиях сосняка багульникового и кустарничково-сфагнового типов леса увеличение относительной полноты древесного яруса не является лимитирующим фактором для роста ягодных кустарничков, запас которых прямо пропорционально повышается, данная связь характеризуется как сильная, достоверная (коэффициент корреляции равен 0,61-0,97, при $t_{\text{расч.}} > t_{0,05}$).

Таблица 5.15. – Параметры связи надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии от давности осушения и относительной полноты древостоя

№ ППП	Статистические параметры	Общая фитомасса		Фитомасса ягодной группы	
		давность	полнота	давность	полнота
Сосняк осоково-кустарничковый					
001	r	-0,52	0,68	0,64	-0,39
	$t_{\text{расч}}$	1,68	4,79	4,32	1,33
	$t_{0,05}$	2,12	2,12	2,12	2,12
009	r	0,95	-0,99	0,91	-1,00
	$t_{\text{расч}}$	11,12	1,86	8,21	1,87
	$t_{0,05}$	2,37	2,37	2,37	2,37
Сосняк багульниковый					
005	r	-0,27	0,44	-0,12	0,61
	$t_{\text{расч}}$	0,87	2,10	0,42	3,47
	$t_{0,05}$	2,16	2,16	2,16	2,16

Сосняк кустарничково-сфагновый					
006	r	-0,68	1,00	-0,54	0,97
	t _{расч}	1,89	74,01	1,57	21,76
	t _{0,05}	2,16	2,16	2,16	2,16
010	r	0,95	-0,96	0,47	-0,42
	t _{расч}	10,80	1,82	1,71	0,94
	t _{0,05}	2,37	2,37	2,37	2,37

Динамика накопления надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии по группам и видам растений приведена в таблице 5.16. Согласно этим данным процесс аккумуляции запаса фитомассы нестабилен по годам и имеет существенные различия по типам леса. Так только за последние пять лет запас общей фитомассы увеличился в 1,5-1,7 раза в насаждениях сосняка осоково-кустарничкового, в 1,4-2,2 раза сосняке кустарничково-сфагновом, и уменьшился в 1,4 раза в багульниковом типе леса. Однако максимальное накопление общей фитомассы за 29-летний исследуемый период на всех ППП приходится на 10-15 год после осушения, где значения ее варьирует от 717,1 до 1822,1 кг/га. По запасу надземной фитомассы ягодной группы лидирует сосняк осоково-кустарничковый, с максимумом фитомассы, приходящейся на 29 лет после осушения (566,9 и 659,5 кг/га на ППП 001 и 009 соответственно), составляющей от 62,8 до 64,1% общей фитомассы ЖНП. В остальных типах леса аналогичный показатель находится в пределах от 70,1 (ППП 005) до 154,0 (ППП 010) кг/га (таблица 5.16).

Мохообразные более чувствительны к колебаниям уровня ПГВ, они могут служить своеобразным фитоиндикатором действия осушительной сети. В частности экспансия сфагнома, развивающегося только в условиях избыточного увлажнения, является сигналом повышения уровня ПГВ на осушаемой территории.

Таблица 5.16 – Динамика надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии, кг/га / %

№ ППП / возраст, лет	Давность осушения, лет	Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии													Общая
		Осоковые	Багульник болотный – <i>Ledum palustre</i> L.	Мирт болотный – <i>Chamaedaphne calyculata</i> L.	Морошка приземистая – <i>Rubus chamaemorus</i> L.	Брусника обыкновенная – <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Черника обыкновенная – <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Голубика обыкновенная – <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Клюква болотная – <i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	Линнея северная – <i>Linnaea borealis</i> L.	Кукушкин лен – <i>Polytrichum commune</i> L.	Плевроциум Шребера – <i>Pleurozium schreberi</i> Mitt.	Сфагнум узколистный – <i>Sphagnum angustifolium</i> (Wamst.) C.E.O.Jensen		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Сосняк осоково-кустарничковый															
<u>001</u> 105	5	<u>157,4</u> 16,7	<u>591,1</u> 62,7	<u>35,0</u> 3,7	<u>64,8</u> 6,9	<u>19,8</u> 2,1	<u>74,4</u> 7,8	<u>0,6</u> 0,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	Нет данных			<u>943,1</u> 100,0	
<u>001</u> 110	10	<u>157,2</u> 9,6	<u>1063,6</u> 64,9	<u>32,0</u> 2,0	<u>110,3</u> 6,7	<u>79,1</u> 4,8	<u>185,2</u> 11,3	<u>10,8</u> 0,7	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0				<u>1638,3</u> 100,0	
<u>001</u> 115	15	<u>400,8</u> 34,3	<u>197,0</u> 16,9	<u>0,0</u> 0,0	<u>129,8</u> 11,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>435,9</u> 37,3	<u>1,2</u> 0,1	<u>3,6</u> 0,3	<u>0,0</u> 0,0				<u>1168,3</u> 100,0	
<u>001</u> 120	20	<u>102,9</u> 9,6	<u>593,3</u> 55,6	<u>0,0</u> 0,0	<u>19,4</u> 1,8	<u>115,1</u> 10,8	<u>192,6</u> 18,0	<u>10,4</u> 1,0	<u>2,6</u> 0,3	<u>0,0</u> 0,0	<u>30,8</u> 2,9	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>1067,1</u> 100,0	
<u>001</u> 124	24	<u>50,5</u> 8,5	<u>124,2</u> 20,9	<u>0,0</u> 0,0	<u>21,1</u> 3,6	<u>31,1</u> 5,2	<u>224,1</u> 37,7	<u>118,5</u> 19,9	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>24,8</u> 4,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>594,3</u> 100,0	
<u>001</u> 129	29	<u>96,9</u> 10,7	<u>188,7</u> 21,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>11,1</u> 1,2	<u>86,2</u> 9,5	<u>459,2</u> 50,9	<u>9,0</u> 1,0	<u>1,4</u> 0,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>40,9</u> 4,5	<u>1,6</u> 0,2	<u>7,0</u> 0,8	<u>902,2</u> 100,0	
<u>009</u> 98	20	<u>74,0</u> 13,8	<u>27,8</u> 5,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>44,3</u> 8,3	<u>20,9</u> 3,9	<u>299,3</u> 56,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>68,1</u> 12,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>534,5</u> 100,0	
<u>009</u> 102	24	<u>47,6</u> 7,8	<u>114,5</u> 18,8	<u>0,0</u> 0,0	<u>9,4</u> 1,6	<u>67,4</u> 11,1	<u>292,2</u> 48,0	<u>8,9</u> 1,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>11,5</u> 1,9	<u>56,7</u> 9,3	<u>608,3</u> 100,0	
<u>009</u> 107	29	<u>46,0</u> 4,5	<u>243,1</u> 23,6	<u>5,6</u> 0,5	<u>64,8</u> 6,3	<u>119,8</u> 11,6	<u>474,9</u> 46,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>74,7</u> 7,3	<u>1028,9</u> 100,0	

Окончание табл. 5.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сосняк багульниковый														
<u>005</u> 80	10	<u>154,2</u> 21,5	<u>499,4</u> 69,6	<u>7,8</u> 1,1	<u>54,8</u> 7,6	<u>0,7</u> 0,1	<u>0,2</u> 0,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	Нет данных			<u>717,1</u> 100,0
<u>005</u> 85	15	<u>224,5</u> 12,3	<u>1156,0</u> 63,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>434,9</u> 23,9	<u>0,0</u> 0,0	<u>5,1</u> 0,3	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0				<u>1820,5</u> 100,0
<u>005</u> 90	20	<u>61,4</u> 10,2	<u>235,7</u> 39,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>106,2</u> 17,6	<u>44,8</u> 7,4	<u>11,7</u> 1,9	<u>0,5</u> 0,1	<u>3,0</u> 0,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>139,9</u> 23,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>603,2</u> 100,0
<u>005</u> 94	24	<u>0,0</u> 0,0	<u>621,2</u> 64,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>111,2</u> 11,5	<u>150,3</u> 15,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>21,3</u> 2,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>64,6</u> 6,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>968,5</u> 100,0
<u>005</u> 99	29	<u>95,4</u> 13,3	<u>325,0</u> 45,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>42,0</u> 5,9	<u>7,1</u> 1,0	<u>17,6</u> 2,5	<u>4,1</u> 0,6	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>67,5</u> 9,4	<u>0,0</u> 0,0	<u>155,3</u> 21,8	<u>714,0</u> 100,0
Сосняк кустарничково-сфагновый														
<u>006</u> 123	10	<u>89,1</u> 7,4	<u>847,0</u> 70,3	<u>11,3</u> 1,0	<u>93,2</u> 7,7	<u>15,3</u> 1,3	<u>0,0</u> 0,0	<u>148,6</u> 12,3	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	Нет данных			<u>1204,5</u> 100,0
<u>006</u> 128	15	<u>119,7</u> 6,6	<u>1025,0</u> 56,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>298,4</u> 16,4	<u>0,0</u> 0,0	<u>345,0</u> 18,9	<u>31,0</u> 1,7	<u>3,0</u> 0,2	<u>0,0</u> 0,0				<u>1822,1</u> 100,0
<u>006</u> 133	20	<u>67,0</u> 8,0	<u>145,5</u> 17,3	<u>2,7</u> 0,3	<u>126,8</u> 15,0	<u>28,3</u> 3,4	<u>0,3</u> 0,0	<u>78,0</u> 9,3	<u>8,3</u> 1,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>359,6</u> 42,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>25,4</u> 3,0	<u>841,9</u> 100,0
<u>006</u> 137	24	<u>37,8</u> 6,9	<u>238,3</u> 43,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>161,9</u> 29,6	<u>60,4</u> 11,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>14,7</u> 2,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>34,5</u> 6,3	<u>547,6</u> 100,0
<u>006</u> 142	29	<u>68,6</u> 9,1	<u>245,3</u> 32,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>43,9</u> 5,9	<u>30,9</u> 4,1	<u>3,6</u> 0,5	<u>17,1</u> 2,3	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>263,2</u> 35,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>76,9</u> 10,3	<u>749,4</u> 100,0
<u>010</u> 100	20	<u>42,3</u> 12,3	<u>54,0</u> 15,7	<u>0,7</u> 0,2	<u>99,5</u> 29,0	<u>2,4</u> 0,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>6,5</u> 2,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>137,7</u> 40,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>343,1</u> 100,0
<u>010</u> 104	24	<u>13,2</u> 3,1	<u>222,9</u> 51,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>109,2</u> 25,3	<u>32,1</u> 7,4	<u>9,1</u> 2,1	<u>44,7</u> 10,4	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>431,2</u> 100,0
<u>010</u> 109	29	<u>147,5</u> 15,2	<u>240,1</u> 24,7	<u>74,7</u> 7,7	<u>49,4</u> 5,1	<u>53,0</u> 5,5	<u>36,7</u> 3,8	<u>13,6</u> 1,4	<u>1,3</u> 0,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>53,9</u> 5,6	<u>0,0</u> 0,0	<u>300,0</u> 30,9	<u>970,1</u> 100,0

По нашим данным на трех ППП 001, 005 и 010 спустя 29 лет в составе ЖНП было зафиксировано наличие сфагнома (рисунок 5.10), встречаемость которого варьирует от 13 до 70%, обилием от Sp. (представлен рассеяно) до Cop2 (обильно), а размещение приурочено к пониженным формам микрорельефа, в то время как пятью годами ранее на указанных ППП его присутствие не наблюдалось вовсе (таблица 5.16 и 5.17). Максимальный запас фитомассы в абсолютно сухом состоянии (300,0 и 155,3 кг/га) отмечен на ППП 010 и 005, где доля сфагнома составляет 30,9 и 21,8% от общего запаса ЖНП (таблица 5.16).



1



2

Рис. 5.10. Сфагнум узколистный (*Sphagnum angustifolium* (Warnst.) С.Е.О. Jensen) в составе ЖНП на ППП 010 (1) и ППП 005 (2)

По горизонтальному строению ЖНП спустя 29 лет после осушения можно выделить следующие ярусы. Первый ярус, высотой до 45 см и средним проективным покрытием от 11 до 29%, занимают болотные полукустарники и кустарнички из семейства Вересковые (*Ericaceae*). Ярусом ниже располагаются пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), средняя высота данных видов менее 30 см, а среднее проективное покрытие варьирует от 2 до 52%. Далее следует приземистый ярус, включающий в себя представителей кукушкиного льна (*Polytrichum commune* L.), плевроциума Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.)

Mitt.) и сфагнома узколистного (*Sphagnum angustifolium* (Warnst.) C.E.O.Jensen), максимальная высота мохового яруса не превышает 7 см от уровня почвы, а среднее проективное покрытие колеблется от 2 до 55% (таблица 5.17).

Таблица 5.17. – Характеристика травяно-кустарничкового яруса спустя 24 и 29 лет после осушения

№ ППП	Название вида	Средняя высота, см		Среднее проективное покрытие, %		Встречаемость, %		Обилие (по шкале Друде)	
		Год исследования, год							
		2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосняк осоково-кустарничковый									
001	<i>Ledum palustre</i> L.	32	37	11	14	80	80	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	10	11	9	8	50	87	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	17	14	48	50	40	100	Cop2	Cop3
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	20	25	19	11	40	13	Sol.	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	14	15	4	11	60	33	Sol.	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	20	30	26	23	90	100	Cop1	Sp.
	<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	0	12	0	2	0	7	-	Sol.
	<i>Polytrichum commune</i> L.	0	5	0	25	0	7	-	Cop1
	<i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) C.E.O.Jensen	0	2	0	4	0	13	-	Sol.
<i>Pleurozium schreberi</i> Mitt.	2	2	42	2	60	7	Cop2	Sol.	
009	<i>Ledum palustre</i> L.	37	38	13	19	50	70	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	0	15	0	14	0	80	-	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	13	18	17	52	100	90	Sol.	Cop3
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	12	18	3	17	50	80	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	9	0	9	0	40	0	Sol.	-
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	28	33	9	13	70	90	Sol.	Sol.
	<i>Chamaedaphne calyculata</i> L.	0	40	0	5	0	10	-	Sol.
	<i>Pleurozium schreberi</i> Mitt.	1	0	10	0	20	0	Sol.	-
	<i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) C.E.O.Jensen	1	4	22	20	50	20	Sp.	Sp.
Сосняк багульниковый									
005	<i>Ledum palustre</i> L.	15	37	23	29	100	73	Sp.	Cop1
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	5	8	10	7	60	33	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	0	16	0	20	0	7	-	Sp.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	20	20	10	15	10	7	Sol.	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	10	15	14	16	100	60	Sol.	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	0	27	0	24	0	87	-	Sp.

	<i>Polytrichum commune</i> L.	5	2	18	10	50	7	Sol.	Sol.
	<i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) C.E.O.Jensen	0	6	0	45	0	20	-	Cop2
Сосняк кустарничково-сфагновый									
006	<i>Ledum palustre</i> L.	25	40	15	26	70	60	Sol.	Cop1
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	11	9	11	16	90	33	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	0	7	0	10	0	7	-	Sol.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	25	28	5	30	10	7	Sol.	Cop1
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	10	13	20	17	100	100	Sp.	Sol.
006	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	14	23	30	15	40	80	Cop1	Sol.
	<i>Polytrichum commune</i> L.	0	6	0	22	0	20	-	Sp.
	<i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) C.E.O.Jensen	5	4	21	55	60	13	Sp.	Cop3
010	<i>Ledum palustre</i> L.	14	36	21	20	90	60	Sp.	Sp.
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	4	12	70	17	10	30	Cop3	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	6	9	40	15	10	40	Cop2	Sol.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	10	25	60	25	10	10	Cop3	Cop1
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	10	16	33	22	100	90	Cop1	Sp.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	12	32	45	24	60	90	Cop2	Sp.
	<i>Chamaedaphne calyculata</i> L.	0	45	0	30	0	10	-	Cop1
	<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	0	18	0	3	0	10	-	Sol.
	<i>Polytrichum commune</i> L.	0	7	0	20	0	10	-	Sp.
	<i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) C.E.O.Jensen	0	4	0	44	0	70	-	Cop2

Выводы:

1. Несомненно, что осушительная мелиорация оказывает влияние на все компоненты лесоболотных биогеоценозов, однако характер происходящих в них изменений отличается разномоментностью и неоднородностью реакции в различных типах леса.

2. По возрастной структуре насаждения на ППП представлены условно-одновозрастными и разновозрастными древостоями. Строение древостоев по естественным ступеням толщины характеризуется ступенчато-вершинными (сосняк осоково-кустарничковый и кустарничково-сфагновый типы леса) и одновершинными кривыми (в сосняке багульниковом) с выраженной правосторонней асимметрией и относительно сглаженной вершиной, что свидетельствует о сильном размахе различных диаметров в древостое. По классификации

роста и развития Крафта основная доля деревьев (от 43,7 до 67,8%) представлена I и II классами, а среднее значение варьирует от II,4 до III,1. Влияние удаленности магистрального канала на распределение по классам Крафта, в большинстве своем не подтверждается, исключение составляет ППП 010, где лучшие условия роста деревьев отмечены вблизи осушителя, что подтверждается высоким коэффициентом корреляции ($r=-0,75$).

3. Санитарное состояние насаждений характеризуется как «ослабленное» и «сильно ослабленное» (средневзвешенная категория находится в пределах от 2,4 до 3,5). Наибольшее ухудшение санитарного состояния отмечено в сосняке кустарничково-сфагновом, где древостой представлен VII классом возраста (ППП 006). Естественный отпад происходит преимущественно за счет тонкомерной части древостоев, а доля его варьирует от 4,5 до 15,3% общего количества деревьев, причем с увеличением среднего возраста древостоя процесс изреживания усиливается. В целом можно отметить, что отсутствие за 29 лет после осушения ухода за осушительными каналами и древостоями является первопричиной ухудшения общего санитарного состояния, а в дальнейшем может привести к повышению пожарной опасности и риску появления вспышек вредителей и болезней леса.

4. Последующее возобновление хвойным подростом протекает во всех типах леса неудовлетворительно, а количество жизнеспособных экземпляров варьирует от 14 до 1406 экз./га. В осоково-кустарничковом типе леса зафиксировано присутствие елового подроста, составляющего от 2 до 10 единиц состава. Пространственное размещение соснового подроста (представленного преимущественно первой группой высот и возрастом до 10 лет), на большинстве ППП не коррелируется с расстоянием до магистрального канала. Таким образом, длительное воздействие осушительной мелиорации создает условия для появления всходов и развития подроста, но не обеспечивает их сохранность, вследствие высокой конкуренции за элементы почвенного питания со стороны материнского древостоя и ЖНП.

5. Флористическое разнообразие ЖНП спустя 29 лет после проведения мелиоративных работ представлено 13 видами растений из 10 родов и 7 семейств, с абсолютным преобладанием семейства Вересковых (*Ericaceae*). Максимальное значение запаса надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии (1028,9 кг/га) отмечено в сосняке осоково-кустарничковом (ППП 009), а минимальное (714,0 кг/га) в сосняке багульниковом (ППП 005). Кроме того, с увеличением давности периода после осушения общая фитомасса ЖНП достоверно увеличивается только на ППП 009 и 010, на остальных ППП связь прямолинейная отрицательна, не достоверная. Следует отметить, что в сосняке багульникового типа леса относительная полнота древостоя не лимитирует накопление общей надземной фитомассы, и в частности фитомассы ягодной группы травяно-кустарничкового яруса. Аналогичная картина наблюдается и на ППП 006. Косвенным подтверждением ухудшения водного режима почв является появление в составе ЖНП сфагнома, встречаемость которого на отдельных ППП составляет от 13,0 до 70,0%, а доля участия в общей надземной фитомассе в абсолютно сухом состоянии от 0,8 до 30,9%.

Глава 6. ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ И ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ

Проведение осушительных работ на заболоченных лесных землях является лишь начальным этапом освоения данной территории. Для сокращения сроков выращивания леса, улучшения его породного состава и увеличения продуктивности древостоя необходимы дополнительные лесохозяйственные мероприятия. К таковым относятся рубки ухода, рубки спелых и перестойных насаждений, создание лесных культур, внесение минеральных удобрений и т.д.

6.1. Влияние рубок ухода

Рубки ухода в осушаемых древостоях имеют ряд отличий от таковых на суходолах. Во-первых, отсутствие четко выделенных границ возрастов проведения рубок. Во-вторых, по характеру проведения являются комплексными, поскольку сочетают в себе рубки ухода и рубки спелых и перестойных насаждений, а, следовательно, решают одновременно несколько задач. На территории стационара для изучения комплексного влияния осушения и рубок ухода специально была заложена в год проведения осушительных мероприятий трехсекционная постоянная пробная площадь. На двух секциях выполнена проходная рубка различной интенсивности по запасу (13,8 (ППП 013 В) и 25,5% (ППП 013 С)), а одна оставлена в качестве контроля (ППП 013 А). Схема размещения ППП была приведена ранее в главе 3, рисунок 3.1, а краткая характеристика и основные научные результаты в главе 4, раздел 4.2.

6.1.1. Динамика таксационных показателей древостоя

Основные таксационные параметры древостоя в год проведения осушительных работ и проходной рубки, а также наши данные спустя 29 лет после данного комплекса мероприятий приведены в таблице 6.1, а их динамика за пе-

риоды 5, 10 и 29 лет после проходной рубки в таблице 6.2. Анализ данных таблицы 6.1 показал, что за исследуемый период бонитет увеличился лишь на секциях В и С до V класса, в то время как как на контрольной секции остался неизменным и соответствует V^a классу.

Таблица 6.1. – Основные таксационные параметры древостоев на момент проведения проходных рубок и спустя 29 лет

Индекс секции	Возраст, лет	Породный состав	Средние		Полнота		Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Густота, тыс. экз./га	Объем среднего дерева, м ³
			диаметр, см	высота, м	абсолютная, м ² /га	относительная				
До проходной рубки										
А	75	10С	9,7	9,5	27,29	1	143,3	V ^a	3,6	0,0396
		С _{сух.}	3,8	7,8	1,97		8,5		1,9	
		ед. Б	3,4	7,3	0,1		0,4		0,1	
В	75	10С	10,2	9,6	30,17	1,1	159	V ^a	3,7	0,043
		С _{сух.}	3,4	7,7	1,56		6,4		1,8	
		ед. Б	3,6	7,7	0,24		0,9		0,3	
С	75	10С	10	9,6	27,38	1	143,1	V ^a	3,5	0,041
		С _{сух.}	3,6	7,7	1,34		5,6		1,3	
		ед. Б	3,2	7,3	0,17		0,7		0,2	
В год проведения проходной рубки										
В	75	10С	11,5	9,7	25,76	0,95	137,9	V ^a	2,5	0,055
С	75	10С	12,4	10	20,03	0,7	107,2	V ^a	1,7	0,064
Спустя 29 лет после проведения проходной рубки										
А	104	10С	13,8	12,7	29,62	1,02	157,8	V ^a	2,02	0,078
		С _{сух.}	7,4	5,9	2,39		8,65		0,64	
В	104	10С	14,4	13,2	31,94	1,07	232,4	V	2,08	0,112
		С _{сух.}	8,6	6,1	1,24		3,42		0,24	
С	104	10С	15,8	15,2	28,32	0,90	228,75	V	1,53	0,150
		С _{сух.}	9,6	7	0,3		0,61		0,05	

Можно сделать вывод, что проходные рубки на третье десятилетие после их проведения способствуют повышению производительности древостоя. Спустя 29 лет на всех секциях ППП 013 в составе древостоя отмечается накопление сухостоя сосны, запас которого варьирует от 0,61 до 8,65 м³/га и состав-

ляет от 1,1 (ППП 013В) до 24,1% (ППП 013А) от общего запаса деревьев на секции (таблица 6.1).

Таблица 6.2. – Динамика изменений основных таксационных параметров спустя 5, 10 и 29 лет после проведения проходной рубки на ППП 013

Параметры	Ед. изм.	Индекс секции (интенсивность рубки по запасу)								
		А (контроль)			В (13,7%)			С (25,5%)		
		Давность рубки, лет								
		5	10	29	5	10	29	5	10	29
Средний диаметр	см	<u>0,7</u>	<u>1,7</u>	<u>4,1</u>	<u>0,5</u>	<u>1,4</u>	<u>2,9</u>	<u>0,5</u>	<u>1,5</u>	<u>3,4</u>
	%	100,0	100,0	100,0	71,4	82,4	70,7	71,4	88,2	82,9
Средняя высота	м	<u>0,7</u>	<u>2,4</u>	<u>3,2</u>	<u>0,7</u>	<u>2,7</u>	<u>3,5</u>	<u>0,9</u>	<u>2,6</u>	<u>5,2</u>
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	112,5	109,4	128,6	108,3	162,5
Запас	м ³	<u>9,8</u>	<u>50,1</u>	<u>14,5</u>	<u>11,8</u>	<u>75,5</u>	<u>94,5</u>	<u>18,6</u>	<u>67,6</u>	<u>121,6</u>
	%	100,0	100,0	100,0	120,4	151,9	651,7	189,6	134,9	838,3
Густота	экз./га	<u>-100</u>	<u>-600</u>	<u>-1577</u>	<u>60</u>	<u>-80</u>	<u>-425</u>	<u>-10,0</u>	<u>-14</u>	<u>-175</u>
	%	100,0	100,0	100,0	60,0	13,3	26,9	10,0	2,3	11,1
Объем среднего дерева	м ³	<u>0,004</u>	<u>0,023</u>	<u>0,034</u>	<u>0,007</u>	<u>0,034</u>	<u>0,057</u>	<u>0,010</u>	<u>0,038</u>	<u>0,086</u>
	%	100,0	100,0	100,0	175,6	148,2	165,4	234,1	168,4	248,8

Кроме того результаты комплексного влияния осушения и рубок проявились в изменении приростов по диаметру, высоте, запасу, а также в снижении густоты древостоя (таблица 6.2). Так, например, в начальный период адаптации и приспособления насаждений к изменившимся условиям произрастания (первые 5 и 10 лет), прирост по среднему диаметру шел медленней, чем на контрольной секции, в то время как прирост по высоте, запасу и объему одного среднего дерева на секциях В и С значительно (от 8 до 51,9%) превышали аналогичные показатели на секции А. Максимальная величина прироста по высоте и диаметру на секции В отмечается в первом десятилетии, однако во втором десятилетии прирост значительно замедлился и практически достиг уровня первого пятилетия. Прирост по объему за весь период наблюдений, как на секции В, так и на секции С остается довольно высоким по отношению к контролю.

Эффективная продуктивность древостоя, используемая для оценки возможного и уже заготовленного запаса в результате рубок в различные периоды после ее проведения, наглядно представлены в таблице 6.3. Исходя из этих данных, можно констатировать, что спустя 29 лет после проходной рубки и осушения, показатель эффективной продуктивной увеличился на 65,3 и 71,7% по сравнению с контролем. Также было установлено, что чем больше была интенсивность изреживания древостоя в результате рубки, тем выше показатель эффективной продуктивности. Однако в первые 5 и 10 лет результаты указывали на обратное, то есть рубка меньшей интенсивности способствовала более быстрому накоплению запаса (таблица 6.2 и 6.3). Запас на секции С спустя 29 лет восстановился, благодаря существенному уменьшению отпада, по сравнению с рубкой меньшей интенсивности.

Таблица 6.3. – Показатель эффективной продуктивности древостоев спустя 5, 10 и 29 лет после проведения рубки на ППП 013

Индекс секции	Интенсивность рубки по запасу, %	Давность рубки, лет	Запас, м ³ /га		Эффективная продуктивность	
			в год исследования	вырубленный	м ³ /га	% к контролю
А	0	5	153,9	0	153,9	100
В	13,7		149,7	28,5	178,2	115,8
С	25,5		125,8	42,2	168,0	109,2
А	0	10	193,4	0	193,4	100
В	13,7		212,4	28,5	240,9	124,6
С	25,5		174,6	42,2	216,8	112,1
А	0	29	157,8	0	157,8	100
В	13,7		232,4	28,5	260,9	165,3
С	25,5		228,8	42,2	271,0	171,7

Под «эффективной работой» древостоя понимается такое количество древесины, которое приходится на 1 м³ исходного запаса древостоя (Залесов, 2000, Залесова, 2013). Максимальные значения данного показателя спустя 29 лет были зафиксированы на секциях В и С, они превышают в 6,9 и 11,3 раза «эффективную работу» на контроле (таблица 6.4).

Таблица 6.4. – Показатель эффективной работы древостоя за 29 лет воздействия осушения и проведения проходной рубки на ППП 013

Индекс секции	Интенсивность рубки по запасу, %	Запас, м ³ /га		Прирост		Эффективная «работа», %
		в год рубки	спустя 29 лет	общий, м ³ /га	на 1 м ³ от общего запаса	
А	0	143,7	149,7	14,5	0,10	10
В	13,7	137,9	232,4	94,5	0,69	69
С	25,4	107,2	228,8	121,6	1,13	113

Общеизвестно, что в результате проведения проходных рубок происходит перестройка и в структуре самого древостоя. Так, например, дифференциация деревьев по естественным ступеням за 29-летний период можно охарактеризовать двумя видами кривых распределения: одновершинная (характерна для секций В и С в год рубки) и ступенчато-вершинная (для древостоя на контрольной секции), они наглядно показаны в таблице 6.5 и на рисунке 6.1, а статистические их характеристики в таблице 6.6.

Таблица 6.5. – Виды рядов распределения по естественным ступеням толщины на ППП 013 в год проведения рубки, спустя 5 и 29 лет

Индекс секции	Давность рубки, лет	Вид кривой распределения	Средний диаметр, см	Размах естественных ступеней
А	В год рубки	Ступенчато-вершинная	9,4	0,3-2,0
	5	Ступенчато-вершинная	6,6	0,3-2,0
	29	Ступенчато-вершинная	13,6	0,4-2,4
В	В год рубки	Одновершинная	11,2	0,3-1,7
	5	Ступенчато-вершинная	11,4	0,4-1,7
	29	Одновершинная	14,0	0,4-2,2
С	В год рубки	Одновершинная	12,1	0,4-1,7
	5	Одновершинная	12,5	0,4-1,7
	29	Ступенчато-вершинная	15,4	0,4-2,2



Рис. 6.1. Кривые процентного распределения деревьев по естественным ступеням толщины на ППП 013 в год проведения рубки, спустя 5 и 29 лет

Таблица 6.6. – Статистические показатели распределения деревьев по естественным ступеням толщины на ППП 013

Статистические показатели	Индекс секции на ППП 013 (интенсивность рубки по запасу)								
	А (контроль)			В (13,7%)			С (25,5%)		
	Год исследования								
	1989	1994	2017	в год рубки	1994	2017	в год рубки	1994	2017
Среднее количество деревьев в ступени	43±1,11	42±1,02	22±1,37	36±1,24	38±1,22	22±1,24	26±1,15	26±1,08	23±1,01
Стандартное отклонение	30,76	28,00	28,89	28,52	28,38	25,19	21,91	20,61	17,58
Эксцесс	-1,79±0,18	-1,71±0,18	4,94±0,23	-1,78±0,21	-1,56±0,21	-1,12±0,24	-1,49±0,13	-1,47±0,26	-0,57±0,28
Асимметричность	-0,17±0,09	-0,34±0,09	1,97±0,12	0,09±0,01	0,01±0,006	0,76±0,01	0,35±0,25	0,33±0,25	0,44±0,14

Коэффициент асимметрии кривых процентного распределения деревьев по естественным ступеням толщины после проведения рубки положительный, что указывает на преобладание в древостое тонкомерных стволов. Причем с давностью рубки асимметрия только увеличивается, особенно выражено на секции В (от 0,09 в год рубки до 0,76 спустя 29 лет после нее), а также на контроле (от -0,17 до 1,97). Отрицательное значение коэффициента эксцесса на секциях, где были выполнены рубки, свидетельствует о достаточно сильной вариабельности деревьев по диаметру, а сама кривая распределения имеет плосковершинный вид (таблица 6.6). Различия вида кривых процентного распределения на секциях на момент рубки были вызваны особенностями отбора в рубку деревьев.

На секции В преобладал низовой метод отбора, то есть удалялись деревья из числа угнетенных, отставших в росте и весь сухостой. В то время как на секции С были вырублены все деревья, представляющие потенциальный отпад ближайших лет, а также часть крупных деревьев из основного полога. Процесс естественного изреживания в древостое продолжается спустя 20-30 лет после осушения и рубки и является следствием их борьбы за существование. В отпад переходят деревья различных ступеней толщины, как из правой, так и из левой части кривой распределения.

Сравнительный анализ распределения деревьев по условным ступеням толщины в насаждениях секций ППП 013 спустя 29 лет показал, что кривые на всех секциях имеют общие закономерности. В частности отмечается правое смещение ряда распределения по отношению к нормальной кривой (коэффициент асимметрии варьирует от 0,64 до 0,88), а сама кривая имеет плосковершинный вид (значение коэффициента эксцесса от -0,26 до -1,36) (рисунок 6.2 и таблица 6.7). Большая часть деревьев (74,5%) при слабой интенсивности изреживания и на контроле (76,8%) сосредоточена в условных ступенях с 3 по 5, а максимум их количества зафиксирован в ступени 4. В древостое с наибольшей интенсивностью рубки, 73,9% деревьев приходится на условные ступени 3-6 с максимумом в 5 ступени (рисунок 6.2).



Рис. 6.2. Распределение деревьев по условным ступеням толщины на ППП 013 спустя 29 лет после проведения рубки

Таблица 6.7. – Статистические параметры распределения деревьев по условным ступеням толщины на ППП 013

Индекс секции	Статистические параметры	Период после проведения рубки, лет		
		в год рубки	5	29
А	Среднее количество деревьев в ступени	77±1,94	75±1,83	45±2,43
	Стандартное отклонение	53,77	50,12	51,34
	Эксцесс	-1,90±0,18	-1,96±0,18	-0,56±0,23
	Асимметричность	-0,29±0,09	-0,31±0,09	0,88±0,12
В	Среднее количество деревьев в ступени	54±1,78	54±1,44	42±2,32
	Стандартное отклонение	41,16	33,32	47,35
	Эксцесс	-1,83±0,21	-1,53±0,21	-1,36±0,24
	Асимметричность	0,03±0,01	-0,13±0,06	0,73±0,12
С	Среднее количество деревьев в ступени	36±1,70	36±1,60	31±1,51
	Стандартное отклонение	32,37	30,52	26,30
	Эксцесс	-1,39±0,26	-1,44±0,26	-0,26±0,18
	Асимметричность	0,43±0,13	0,38±0,13	0,64±0,14

Распределение деревьев по классам роста и развития Крафта приведены в таблице 6.8. На участке, пройденных рубками, основная доля деревьев (от 72,5 до 83,4%) представлена I и II классами роста, а на контроле доля таких деревьев не превышает 57,6% от общего количества деревьев на секции, причем около ¼ части деревьев угнетены основным древесным пологом. На остальных секциях доля таких деревьев незначительна и тем меньше, чем выше была интенсивность рубки (10,4 и 2,9% на секциях В и С соответственно).

Таблица 6.8. – Распределение деревьев по классам роста Крафта на ППП 013, экз. / %

Индекс секции	Распределение по Крафту							Средний
	I	II	III	IV	Va	Vб	Итого	
А	<u>152</u>	<u>186</u>	<u>79</u>	<u>29</u>	<u>18</u>	<u>122</u>	<u>586</u>	II,7
	25,9	31,7	13,5	4,9	3,2	20,8	100	
В	<u>140</u>	<u>196</u>	<u>67</u>	<u>12</u>	<u>9</u>	<u>39</u>	<u>463</u>	II,2
	30,2	42,3	14,5	2,6	1,9	8,5	100	
С	<u>147</u>	<u>115</u>	<u>41</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>314</u>	I,8
	46,8	36,6	13,1	0,6	1,0	1,9	100	

Сильная прямолинейная положительная корреляционная связь количества деревьев от расстояния до магистрального канала отмечена на секции А, где по мере удаления от канала возрастает количество как господствующих так и угнетаемых ими деревьев (таблица 6.9). В древостоях пройденных рубками такая зависимость слабая и в большинстве недостоверная. Наличие сильной корреляционной связи общего количества деревьев на секции А связано с особенностями формы самой пробы (см. схемы на рисунке 3.1).

Таблица 6.9. – Параметры связи класса роста Крафта с удаленностью от магистрального канала на ППП 013 спустя 29 лет после проведения рубки

Индекс секции	Статистические параметры	Класс роста по Крафту			Общее количество деревьев в 10 м ленте
		I-III	IV-V	средний	
А	r	0,83	0,73	0,26	0,83
	t _{расч.}	8,53	5,97	1,26	8,49
	t _{0,05}	2,05	2,05	2,05	2,05
В	r	0,22	0,43	0,04	0,47
	t _{расч.}	1,08	2,40	0,17	2,73
	t _{0,05}	2,05	2,05	2,05	2,05
С	r	0,25	0,32	0,02	0,32
	t _{расч.}	1,24	1,67	0,08	1,62
	t _{0,05}	2,05	2,05	2,05	2,05

6.1.2. Санитарное состояние древостоя

Данные об эффективности проведения, как осушения, так и проходных рубок не будут полными без учета санитарного состояния изучаемых древостоев. Натурные исследования, выполненные спустя 29 лет после осушения и рубок, выявили наличие единичных плодовых тел трутовика окаймленного (*Fomitopsis pinicola* (Fr.) Karst.) (рисунок 6.3) на сухостое сосны, а также значительное количество старого бурелома, на долю которого приходится 8,9% (таблица 6.10) общего количества деревьев на контрольном участке (ППП 013А) (рисунок 6.1). Проведение проходной рубки значительно «оздоравливает» насаждения.

Так, например, средневзвешенная категория санитарного состояния на секциях В и С варьирует от 1,3 до 1,7 и, в целом, характеризует насаждения как «здоровые», однако на контрольной секции данный показатель составляет 2,5, что указывает на «ослабленное» состояние насаждения. Снижение санитарного состояния связано, прежде всего, наличием значительного количества текущего отпада (6,6%), включающего 4, 5, 5а и 5б категории санитарного состояния, а также еще большего (в 4,2 раза превышающий текущий отпад) количества старого сухостоя, старых ветровала и бурелома (таблица 6.10).



Рис. 6.3. Плодовые тела трутовика окаймленного (*Fomitopsis pinicola* (Fr.) Karst.) на сухостое сосны (1) и старый бурелом (2) на ППП 013А

Таблица 6.10. – Распределение деревьев по категориям санитарного состояния на ППП 013 спустя 29 лет после проведения рубки, экз. / %

Индекс секции	Категории санитарного состояния												Средняя
	1	2	3	4	5	5а	5б	6	6а	6б	7	Итого	
А	<u>368</u> 54,7	<u>65</u> 9,7	<u>10</u> 1,5	<u>20</u> 2,9	-	-	<u>24</u> 3,6	<u>115</u> 17,1	<u>3</u> 0,4	<u>60</u> 8,9	<u>8</u> 1,2	<u>673</u> 100	2,5
В	<u>328</u> 67,9	<u>81</u> 16,8	<u>5</u> 1,0	<u>7</u> 1,4	<u>3</u> 0,6	-	<u>5</u> 1,0	<u>39</u> 8,1	-	<u>15</u> 3,2	-	<u>483</u> 100	1,7
С	<u>264</u> 83,3	<u>37</u> 11,7	<u>4</u> 1,3	<u>3</u> 0,9	-	-	-	<u>5</u> 1,6	-	<u>3</u> 0,9	<u>1</u> 0,3	<u>317</u> 100	1,3

В насаждениях, пройденными рубками меньшей интенсивности (ППП 013В), на долю текущего отпада приходится 4,2% от общего количества деревьев, а суммарная доля старого сухостоя и старого бурелома не превышает 12,0%, однако это в 4,0 раза выше аналогичного показателя для насаждений пройденными рубками большей интенсивности (ППП 013С).

На секциях В и С распределение деревьев различных категорий санитарного состояния в меньшей степени зависти от расстояния до магистрального канала (теснота связи слабая, $r < 0,55$ и недостоверная). Совсем иная картина наблюдается на контрольной секции, где по мере удаления от магистрального канала возрастает количество как здоровых, так и ослабленных и сухостойных деревьев (6.11). Значение средневзвешенной категории санитарного состояния древостоя коррелируется с расстоянием до осушителя лишь на секции С.

Таблица 6.11. – Параметры связи распределения деревьев по категориям санитарного состояния и удаленности магистрального канала на ППП 013 спустя 29 лет после проведения рубки

Индекс секции	Статистические параметры	Категории санитарного состояния				Общее количество деревьев в 10 м ленте
		1-3	4, 5, 6 и 7	5а, 5б, 6а и 6б	средняя	
А	r	0,83	0,79	0,30	0,10	0,79
	$t_{\text{расч.}}$	8,46	7,27	1,50	0,43	7,44
	$t_{0,05}$	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
В	r	0,38	0,25	-0,23	-0,17	0,47
	$t_{\text{расч.}}$	2,04	1,25	0,89	0,68	2,71
	$t_{0,05}$	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
С	r	0,26	-0,51	-0,54	0,44	0,27
	$t_{\text{расч.}}$	1,28	1,75	1,84	2,47	1,34
	$t_{0,05}$	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07

Деревья, представляющие собой отпад ближайших лет, в основном сосредоточены в тонкомерной части древостоя, то есть в ступенях толщины 4-10 см, на долю которых приходится от 77,8 (на секции С) до 95,1% (на секции А) от

общего количества сухостоя (таблица 6.12). Следует отметить, что усыхают также деревья ступеней толщины 12, 14 и 16 см.

Таблица 6.12. – Распределение отмирающих и сухостойных деревьев по ступеням толщины спустя 29 лет после проведения рубки, экз. / %

Индекс секции	Ступени толщины, см							Итого
	4	6	8	10	12	14	16	
А	<u>18</u> 12,5	<u>54</u> 37,8	<u>51</u> 35,7	<u>13</u> 9,1	<u>6</u> 4,2	<u>1</u> 0,7	-	<u>143</u> 100
В	<u>1</u> 2,0	<u>10</u> 20,4	<u>23</u> 46,9	<u>10</u> 20,4	<u>4</u> 8,2	-	<u>1</u> 2,1	<u>49</u> 100
С	-	-	<u>6</u> 66,7	<u>1</u> 11,1	<u>1</u> 11,1	<u>1</u> 11,1	-	<u>9</u> 100

В большинстве случаев валежная древесина проходила через стадию сухостоя, то есть сначала деревья усыхали и лишь потом вываливались с корнем или разваливались на части, пополняли слой валежа. В целом естественный отпад на секциях А и В имеет выраженный низовой характер и протекает за счет тонкомерных деревьев (таблица 6.13). Наименьшее количество валежа отмечено на секции С, что в 6,7 и 29,0 раз меньше чем на секциях В и А соответственно.

Таблица 6.13. – Распределение отпада по ступеням толщины на ППП 013 спустя 29 лет после проведения рубки, экз. / %

Индекс	Ступени толщины, см								итого
	4	6	8	10	12	14	16	22	
А	<u>25</u> 28,7	<u>41</u> 47,1	<u>10</u> 11,4	<u>8</u> 9,2	<u>1</u> 1,2	<u>1</u> 1,2	-	<u>1</u> 1,2	<u>87</u> 100,0
В	<u>1</u> 5,0	<u>12</u> 60,0	<u>5</u> 25,0	<u>1</u> 5,0	<u>1</u> 5,0	-	-	-	<u>20</u> 100,0
С	-	-	-	<u>1</u> 33,3	-	-	<u>2</u> 66,7	-	<u>3</u> 100,0

6.1.3. Сопутствующее возобновление

Изреживание древостоя с одновременным улучшением гидрологических почвенных условий благотворно сказывается на характере сопутствующего возобновления только в первые 10 лет, о чем было ранее сказано в разделе 4.2 главы 4 (стр. 89). Однако начиная со второго десятилетия, независимо от проведения рубки или без нее, количества хвойного жизнеспособного подроста не достаточно для успешного лесовозобновления. Кроме того на всех секциях отмечено присутствие березы, количество которой значительно превышает (в 3,2 и 19,7 раза) количество соснового подроста. Также следует отметить, что лучше береза растет в условиях изреженных рубками средней интенсивности (13,8%, ППП 013В) древостоях. Наши исследования, проведенные спустя 29 лет после проведения рубок и осушительных работ, также указывают на разрастание лиственного подроста под пологом древостоя, на долю которого приходится от 9 до 10 единиц состава, а в количественном выражении данный показатель варьирует от 150 до 863 экз./га (таблица 6.14).

Таблица 6.14. – Распределение подроста по группам возраста и высот, экз./га

Индекс секции	Породный состав	Всходы	Группы возраста, лет							Итого подрост	Нежизнеспособный	
			самосев		6-10		11-15		более 15			
			Группы высот, м									
			до 0,5	0,6-1,5	до 0,5	0,6-1,5	0,6-1,5	0,6-1,5	более 1,5			
А	С	2600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9Б	-	63	50	-	350	50	100	250	863	-	
	1Е	-	-	-	31	-	50	-	-	81	63	
В	1С	963	-	-	-	50	-	-	-	50	-	
	9Б	-	63	-	-	150	50	100	63	426	125	
С	С	1175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10Б	-	-	-	-	100	50	-	-	150	-	

Пространственное размещение всходов и жизнеспособного подроста наглядно представлено на рисунке 6.4. На всех секциях ППП 013 всходы сосны размещены равномерно по площади (встречаемость 100%), как и лиственный подрост (70-80%), исключение ППП 013С, где встречаемость березы не превышает 30%.

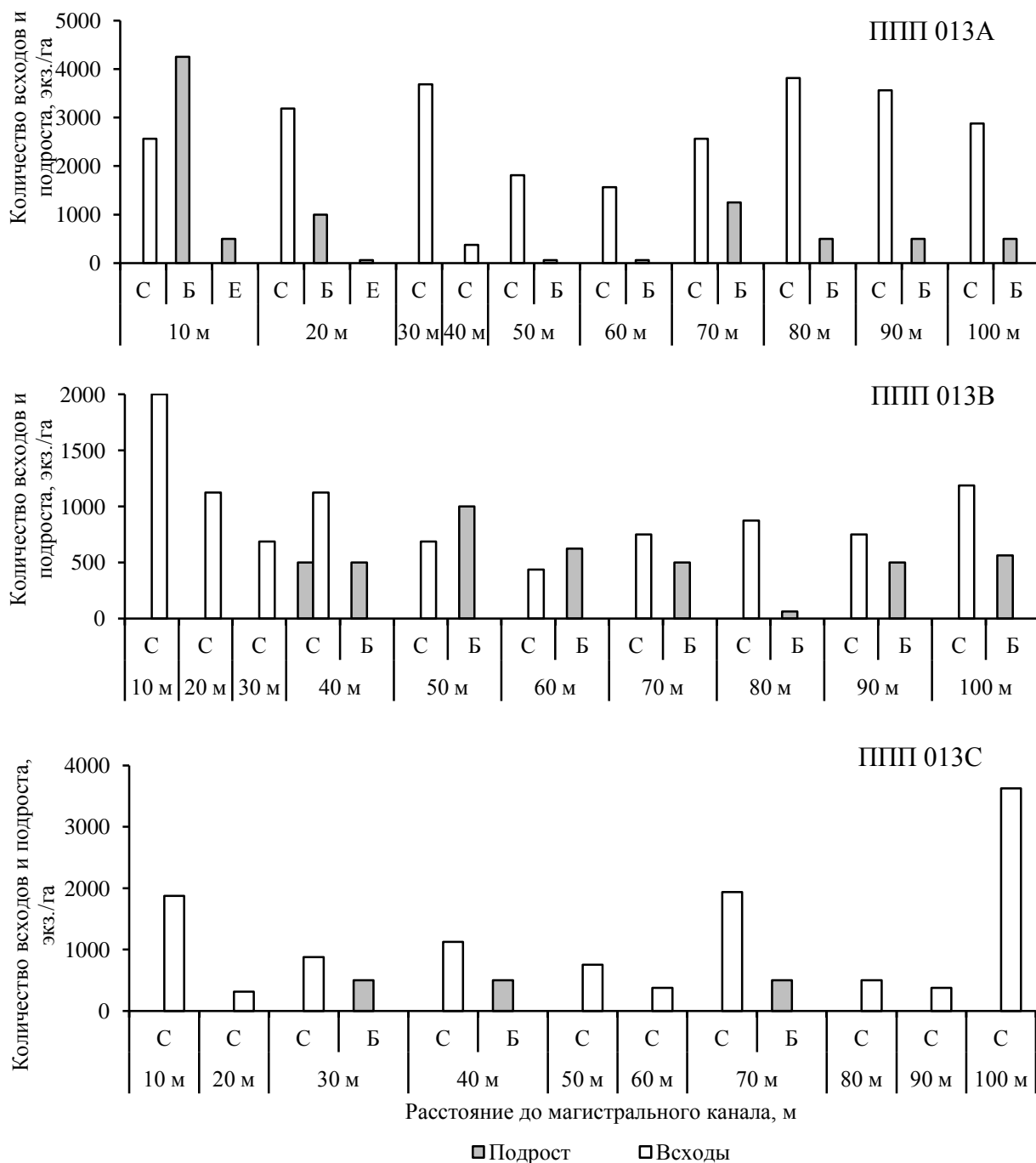


Рис. 6.4. Количество жизнеспособного подроста на ППП 013 в зависимости от расстояния до магистрального канала

Следует отметить, что впервые на контрольной секции был зафиксирован подрост ели первой группы высот и возрастом до 10 лет (81 экз./га), в то время как сосна представлена лишь всходами в количестве 2,6 тыс. экз./га.

Приведенные в таблице 6.15 данные указывают, что пространственное размещение всходов сосны в меньшей степени зависти от удаленности от магистрального канала, связь слабая (коэффициент корреляции меньше 0,55) и недостоверная ($t_{\text{расч.}} < t_{0,05}$). Количество березового подростка на ППП 013А увеличивается с по мере приближения к магистральному каналу ($r = -0.64$), а на секции В, наоборот, количество его уменьшается.

Таблица 6.15. – Параметры связи количества всходов и жизнеспособного подростка от расстояния до магистрального канала на ППП 013

Индекс секции	Статистические параметры	Всходы		Подрост	
		Порода			
		С	С	Б	
А	r	0,21	-	-0,64	
	$t_{\text{расч.}}$	1,00	-	2,11	
	$t_{0,05}$	2,07	-	2,07	
В	r	-0,44	-0,17	0,46	
	$t_{\text{расч.}}$	1,55	0,68	2,62	
	$t_{0,05}$	2,07	2,07	2,07	
С	r	0,29	-	-0,19	
	$t_{\text{расч.}}$	1,45	-	0,74	
	$t_{0,05}$	2,07	-	2,07	

6.1.4. Динамика живого напочвенного покрова

Флористическое разнообразие, спустя более чем два десятилетия после рубки, представлено на всех секциях пятью видами из трех семейств: Осоковые (*Cyperaceae*), Розовые (*Rosaceae*) и Вересковые (*Ericaceae*). Наибольшее представительство имеет семейство Вересковое, включающее в себя представителей двух родов: Багульник (*Ledum*) и Вакциниум (*Vaccinium*). Однако в первое пятилетие после осушения и рубки в незначительном количестве были отмечены

мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L) и голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.), составляющих от 0,1 до 5,9% от общей надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса ЖНП в абсолютно сухом состоянии (таблица 6.18). Точность определения надземной фитомассы ЖНП в свежем состоянии варьирует от 17,8 до 22,2% и лишь на секции С достоверна (таблица 6.16).

Таблица 6.16. – Статистические параметры надземной фитомассы ЖНП в естественном состоянии спустя 27 лет после осушения и проведения проходной рубки на ППП 013

Индекс секции	Фитомасса одного растения в сыром состоянии, г			V, %	P, %	t _{расч.}	t _{0,05}
	средняя	min	max				
А	3,65±0,81	0,48	18,82	119,5	22,2	1,63	2,04
В	4,84±0,86	0,21	23,3	105,5	17,8	1,73	2,03
С	6,81±1,32	0,34	39,55	104,2	19,3	2,65	2,04

Фактически на динамику надземной фитомассы как общей, так и ягодной группы в абсолютно сухом состоянии не оказывают существенного влияния ни давность осушения, ни полнота материнского древостоя, во всех случаях теснота связи слабая ($r < 0,55$) и не подтверждается на 0,05 уровне (таблица 6.17). Исключение составляет ППП 013С, где фитомасса ягодной группы коррелируется с относительной полнотой древостоя (теснота связи средняя, прямолинейная, достоверная).

По сравнению с первым пятилетием после проведения мелиоративных работ и проходной рубки надземная фитомасса увеличилась только на секции В (в 1,3 раза), на остальных секциях она снизилась в 1,4 раза. Однако следует подчеркнуть, что показатель запаса фитомассы является нестабильным и сильно варьирует по годам, о чем уже упоминалось в главе 4.

Спустя 29 лет после рубки максимум надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии зафиксирован на секциях С и В, что в абсолютном зна-

чении составляет 398,09 и 361,48 кг/га соответственно и в 2,7 раза превышает аналогичный показатель на контроле.

Распределение различных видов растений по доле их участия в общей надземной фитомассе ЖНП в абсолютно сухом состоянии в первом пятилетии, сильно не отличается от такового спустя 29 лет. Так, например, доминирующим по фитомассе на секциях А и С, как в первом пятилетии, так и спустя 29 лет, является багульник болотный (*Ledum palustre* L.) на долю которого приходится от 30,2 до 57,2% общей фитомассы. На секции В таким видом является морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) (от 31,5 до 42,8% от общей фитомассы) (таблица 6.18).

Таблица 6.17. – Параметры связи надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии от давности осушения и относительной полноты древостоя на ППП 013

Индекс секции	Статистические параметры	Общая фитомасса		Фитомасса ягодной группы	
		давность	полнота	давность	полнота
А	r	0,20	0,14	0,19	0,09
	t _{расч.}	0,54	0,38	0,51	0,24
	t _{0,05}	2,45	2,45	2,45	2,45
В	r	0,18	0,39	0,51	0,47
	t _{расч.}	0,47	1,23	1,77	1,60
	t _{0,05}	2,45	2,45	2,45	2,45
С	r	0,13	0,28	0,53	0,64
	t _{расч.}	0,35	0,82	1,88	2,59
	t _{0,05}	2,45	2,45	2,45	2,45

По последним учетам было установлено, что в составе ЖНП абсолютно преобладает ягодные растения, составляющие от 71,93 (на секции А) до 218,70 кг/га (секция В). Иными словами, проведение рубок и осушения не только не снизило, а в условиях рубок способствовало их разрастанию.

Проведение проходной рубки или ее отсутствие не сказалось на видовом разнообразии травяно-кустарничкового яруса ЖНП. Однако повлияло на встречаемость отдельных видов. Так, например встречаемость брусники обыкновен-

ной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) уменьшается с увеличением интенсивности рубки, в то время как для багульника болотного (*Ledum palustre* L.) прослеживается обратная закономерность, которая распространяется и на показатель среднего проективного покрытия вида.

Таблица 6.18. – Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии на ППП 013 спустя 5 и 29 лет после проведения рубки, кг/га / %

Индекс секции	Наземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии							ИТОГО
	Пушица влагалищная – <i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Багульник болотный – <i>Ledum palustre</i> L.	Мирт болотный – <i>Chamaedaphne calyculata</i> L.	Морошка приземистая – <i>Rubus chamaemorus</i> L.	Брусника обыкновенная – <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Черника обыкновенная – <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Голубика обыкновенная – <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	
Спустя 5 лет								
A	<u>48,9</u> 26,0	<u>56,8</u> 30,2	<u>11,1</u> 5,9	<u>37,3</u> 19,8	<u>7,0</u> 3,7	<u>25,7</u> 13,7	<u>1,4</u> 0,7	<u>188,2</u> 100,0
B	<u>95,0</u> 34,1	<u>48,4</u> 17,4	<u>3,1</u> 1,1	<u>119,4</u> 42,8	<u>5,3</u> 1,9	<u>6,0</u> 2,2	<u>1,6</u> 0,5	<u>278,8</u> 100,0
C	<u>147,7</u> 26,3	<u>321,3</u> 57,2	<u>2,7</u> 0,5	<u>65,7</u> 11,7	<u>21,4</u> 3,8	<u>2,4</u> 0,4	<u>0,3</u> 0,1	<u>561,5</u> 100,0
Спустя 27 лет								
A	<u>20,38</u> 14,1	<u>52,79</u> 36,4	<u>0</u> 0	<u>4,21</u> 2,9	<u>57,82</u> 39,8	<u>9,90</u> 6,8	<u>0</u> 0	<u>145,10</u> 100,0
B	<u>52,52</u> 14,5	<u>90,26</u> 25,0	<u>0</u> 0	<u>113,74</u> 31,5	<u>53,51</u> 14,8	<u>51,45</u> 14,2	<u>0</u> 0	<u>361,48</u> 100,0
C	<u>43,74</u> 11,0	<u>174,64</u> 43,9	<u>0</u> 0	<u>109,09</u> 27,4	<u>27,20</u> 6,8	<u>43,41</u> 10,9	<u>0</u> 0	<u>398,09</u> 100,0

Максимальная и минимальная высота травяно-кустарничкового яруса ЖНП соответствует средней высоте багульника болотного (*Ledum palustre* L.) (23-32 см) и средней высоте брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) (7-10 см). Довольно обильно по шкале Друде (Cop1) на секциях А и С представлена пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), остальные виды встречаются единично (Sol.) или рассеяно (Sp.) (таблица 6.19).

Таблица 6.19. – Характеристика травяно-кустарничкового яруса спустя 27 лет после проведения проходной рубки на ППП 013

Индекс секции	Название вида	Средняя высота, см	Среднее проективное покрытие, %	Встречаемость, %	Обилие (по шкале Друде)
А	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	10	10	100	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	9	2	10	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	18	25	50	Cop1
	<i>Ledum palustre</i> L.	23	3	30	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	9	4	30	Sol.
В	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	8	5	90	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	14	7	70	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	21	6	90	Sol.
	<i>Ledum palustre</i> L.	30	6	60	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	10	9	50	Sol.
С	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	7	12	50	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	17	24	70	Sp.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	25	27	60	Cop1
	<i>Ledum palustre</i> L.	32	16	80	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	12	20	40	Sp.

6.2. Влияние выборочных рубок

Проведение добровольно-выборочных рубок (далее ДВР) в насаждениях на осушаемых торфах преследуют аналогичные цели, что и на суходолах. Они направлены на улучшение, как породного состава, так и сохранение разновозрастной структуры древостоев, последнее достигается путем вырубki крупных спелых и перестойных деревьев, а также удалением деревьев из числа потенциального отпада ближайших лет. Существенным отличием является реакции насаждений на проведение данного вида рубок. Они весьма специфичны, по сравнению с насаждениями на естественно дренированных почвах, и обусловлены одновременным комплексным воздействием (осушение и рубка). Последнее обстоятельство представляет научный интерес в изучении данных последствий и в составлении практических рекомендаций по проведению ДВР в условиях осушаемого верхового болота.

6.2.1 Динамика таксационных показателей древостоя

Опытные ДВР были выполнены спустя 4 года после проведения осушительных работ в насаждении сосняка кустарничково-сфагнового типа леса на ППП 011 и 012. В результате пожара в 2010 г. насаждения на ППП 011 были уничтожены огнем, в том числе сгорела, оставленная в качестве контроля, секция ППП 011С, характеристики древостоев и нижних ярусов растительности ЖНП до пожара были приведены в разделе 4.2, главы 4. Таким образом, все наши исследования выполнены только на секциях ППП 012, где интенсивность изреживания составляла 17,5 (на секции С), 18,5 (секция А) и 27,9% (секция В) по запасу. Приведенные в таблице 6.20 сведения о динамике таксационных параметров за 24-летний период, включают данные в год до проведения ДВР и сразу после их проведения, которые были получены Н.А. Кряжевских (1995), а данные за 20 и 24 года после рубки нами.

Таблица 6.20. – Динамика основных таксационных параметров древостоя на ППП 012

Индекс секции	Возраст, лет	Состав	Средние		Полнота		Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Густота, тыс. экз./га	Объем среднего дерева, м ³
			диаметр, см	высота, м	абсолютная, м ² /га	относительная				
До проведения ДВР										
А	109	10С	12,4	10,2	25,567	1	137,5	V ^a	2,067	0,0665
		С _{сух.}	6,4	-	1,524		7,5		0,511	
В	116	10С	10,8	7,7	21,914	1	95,6	V ^b	2,511	0,0381
		С _{сух.}	8,2	-	1,664		7,2		0,322	
С	99	10С	9,6	6,4	17,091	0,99	70,1	V ^b	2,4	0,0292
		С _{сух.}	7,6	-	1,302		5,2		0,3	
После проведения ДВР										
А	109	10С	12,2	10,1	20,994	0,8	108,7	V ^a	1,767	0,0615
В	116	10С	9,8	7,3	15,641	0,9	62,1	V ^b	2,033	0,0305
С	99	10С	9,2	6,3	13,931	0,8	57,3	V ^b	2,1	0,0273
Спустя 20 лет после проведения ДВР										
А	129	10С	14,7	11,3	26,581	0,8	154,3	V ^a	1,57	0,0985
		С _{сух.}	7,2	-	0,769		3,3		0,19	
В	136	10С	12,1	9	20,814	0,9	108,9	V ^b	1,81	0,0601
		С _{сух.}	6,7	-	0,55		2,9		0,20	

Окончание табл. 6.20

С	119	10С	11,5	8,3	19,268	0,8	100,4	V ^б	1,86	0,0541
		С _{сух.}	6,2	-	0,905		4,5		0,31	
Спустя 24 года после проведения ДВР										
А	138	10С	15,4	12,1	26,66	0,8	154,8	V ^а	1,43	0,108
		С _{сух.}	7,7	8,4	1,19		5,4		0,26	
В	145	10С	13,1	9,9	21,93	0,9	101,2	V ^б	1,63	0,062
		С _{сух.}	7,2	6,6	1,46		7,5		0,36	
С	128	10С	12,6	9,5	20,84	0,8	98,4	V ^б	1,67	0,059
		С _{сух.}	6,6	5,8	1,3		7,9		0,38	

Согласно данным таблицы 6.20 спустя 24 года после ДВР в сосняке VI класса возраста (секция А и С) отмечается накопление сухостоя, составляющего от 3,4 до 7,4% общего запаса древостоя на секции. Для секции В данный показатель достигает 6,9% общего запаса или 7,5 м³/га. Кроме того на секциях В и С отмечается снижение запаса вследствие активного естественного изреживания, величина которого за последние 4 года составила около 200 экз./га на каждой секции. В целом за исследуемый период густота снизилась на 19,7 и 20,6% от ее первоначального значения в год рубки (таблица 6.21). Наибольший прирост по диаметру и высоте зафиксирован на секции С – 37,0 и 50,8%, наименьший на секции А (26,2 и 19,8% соответственно).

Таблица 6.21. – Динамика изменений основных таксационных параметров на ППП 012 спустя 20 и 24 года после проведения ДВР

Параметры	Ед. изм.	Индекс секции (интенсивность рубки по запасу)					
		А (18,5%)		В (27,9%)		С (17,5%)	
		Давность рубки, лет					
		20	24	20	24	20	24
Средний диаметр	см	<u>2,5</u>	<u>3,2</u>	<u>2,3</u>	<u>3,3</u>	<u>2,3</u>	<u>3,4</u>
	%	20,5	26,2	23,5	33,7	25,0	37,0
Средняя высота	м	<u>1,2</u>	<u>2,0</u>	<u>1,7</u>	<u>2,6</u>	<u>2,0</u>	<u>3,2</u>
	%	11,9	19,8	23,3	35,6	31,7	50,8
Запас	м ³	<u>5,6</u>	<u>5,7</u>	<u>46,8</u>	<u>39,1</u>	<u>43,1</u>	<u>41,1</u>
	%	5,1	5,2	75,4	63,0	75,2	71,6
Густота	тыс. экз./га	<u>-0,2</u>	<u>-0,3</u>	<u>-0,2</u>	<u>-0,4</u>	<u>-0,2</u>	<u>-0,4</u>
	%	-11,3	-18,9	-10,9	-19,7	-11,6	-20,6
Объем среднего дерева	м ³	<u>0,037</u>	<u>0,046</u>	<u>0,030</u>	<u>0,031</u>	<u>0,027</u>	<u>0,032</u>
	%	60,1	75,6	96,9	103,0	98,3	116,2

До проведения ДВР на всех секциях ППП 012 распределение деревьев по естественным ступеням толщины имело вид ступенчато-вершинных кривых (таблица 6.22). После рубки интенсивностью изреживания 17,5 (ППП 012С) и 18,5% (ППП 012А) по запасу вид рядов распределения не изменился. Однако на секции В, где интенсивность рубки составляла 27,9% по запасу, дифференциация деревьев по естественным ступеням приняла вид непрерывно-нисходящей кривой. Вызвано это тем, что в рубку назначался весь сухостой и деревья, угнетенные основным древесным пологом, а также и часть крупных деревьев, уступающих по качеству. Таким образом, если на секциях А и С, деревья удалялись практически равномерно из каждой ступени толщины, то на секции В в рубку попала значительная часть крупных деревьев из правой части рядов распределения.

Таблица 6.22. – Виды рядов распределения по естественным ступеням толщины на ППП 012 до проведения рубки, в год рубки, спустя 20 и 24 года

Индекс секции	Давность рубки, лет	Вид кривой распределения	Средний диаметр, см	Размах естественных ступеней
А	До рубки	Ступенчато-вершинная	11,8	0,3-1,9
	В год рубки	Ступенчато-вершинная	11,5	0,4-2,0
	20	Одновершинная	14,2	0,4-1,8
	24	Одновершинная	14,9	0,3-1,7
В	До рубки	Ступенчато-вершинная	10,0	0,3-2,3
	В год рубки	Непрерывно-нисходящая	9,7	0,5-2,4
	20	Ступенчато-вершинная	11,7	0,3-1,8
	24	Ступенчато-вершинная	12,6	0,2-1,7
С	До рубки	Ступенчато-вершинная	9,1	0,3-2,3
	В год рубки	Ступенчато-вершинная	8,3	0,3-2,4
	20	Ступенчато-вершинная	11,0	0,3-1,9
	24	Ступенчато-вершинная	11,9	0,3-1,9

Для древостоев VI и VII класса возраста, с интенсивностью изреживания в 18,5 и 27,9 % по запасу, коэффициент асимметрии процентного распределения

деревьев по естественным ступеням толщины принимает положительное значение, то есть имеет правое смещение по отношению к кривой нормального распределения (0,45-0,49). На секции С показатель асимметричности свидетельствует о наличии левостороннего отклонения от нормальной кривой. Коэффициент эксцесса во всех случаях отрицательный, что указывает на плосковершинный вид кривой (таблица 6.23 и рисунок 6.5).

Таблица 6.23. – Основные статистические параметры распределения деревьев по естественным ступеням толщины на ППП 0012

Индекс секции	Статистические параметры	Период после рубки, лет			
		до рубки	в год рубки	20	24
А	Среднее количество деревьев в ступени	12±0,57	10±0,56	10±0,43	9±0,54
	Стандартное отклонение	7,73	7,11	5,14	6,09
	Эксцесс	-1,20±0,36	-1,32±0,39	-1,38±0,43	-0,92±0,33
	Асимметричность	0,22±0,18	0,26±0,19	0,16±0,09	0,45±0,16
В	Среднее количество деревьев в ступени	11±0,55	11±0,67	10±0,53	9±0,55
	Стандартное отклонение	8,23	9,09	6,73	6,68
	Эксцесс	-1,61±0,33	-0,74±0,36	-0,51±0,38	-0,76±0,40
	Асимметричность	0,13±0,09	0,55±0,18	0,23±0,19	0,49±0,20
С	Среднее количество деревьев в ступени	13±0,56	9±0,52	10±0,39	9±0,43
	Стандартное отклонение	8,25	7,13	5,10	5,29
	Эксцесс	-1,00±0,33	-0,96±0,35	-0,83±0,38	-0,49±0,38
	Асимметричность	0,26±0,16	0,64±0,17	-0,59±0,19	-0,28±0,10

Кривые процентного распределения деревьев по условным ступеням толщины спустя 24 года после проведения ДВР на секциях ППП 012 представлены плосковершинными графиками, с максимальным отрицательным значением эксцесса на ППП 012В (-0,96) (таблица 6.24). Основная доля (68,2%) деревьев на секции А сосредоточена в условных ступенях 4-7, в то время как на секции С более 58,0% в условных ступенях 5-7, а максимальное количество деревьев

приходится на 6 и 7 ступени. Более наглядно дифференциация деревьев приведена ниже на рисунке 6.6.

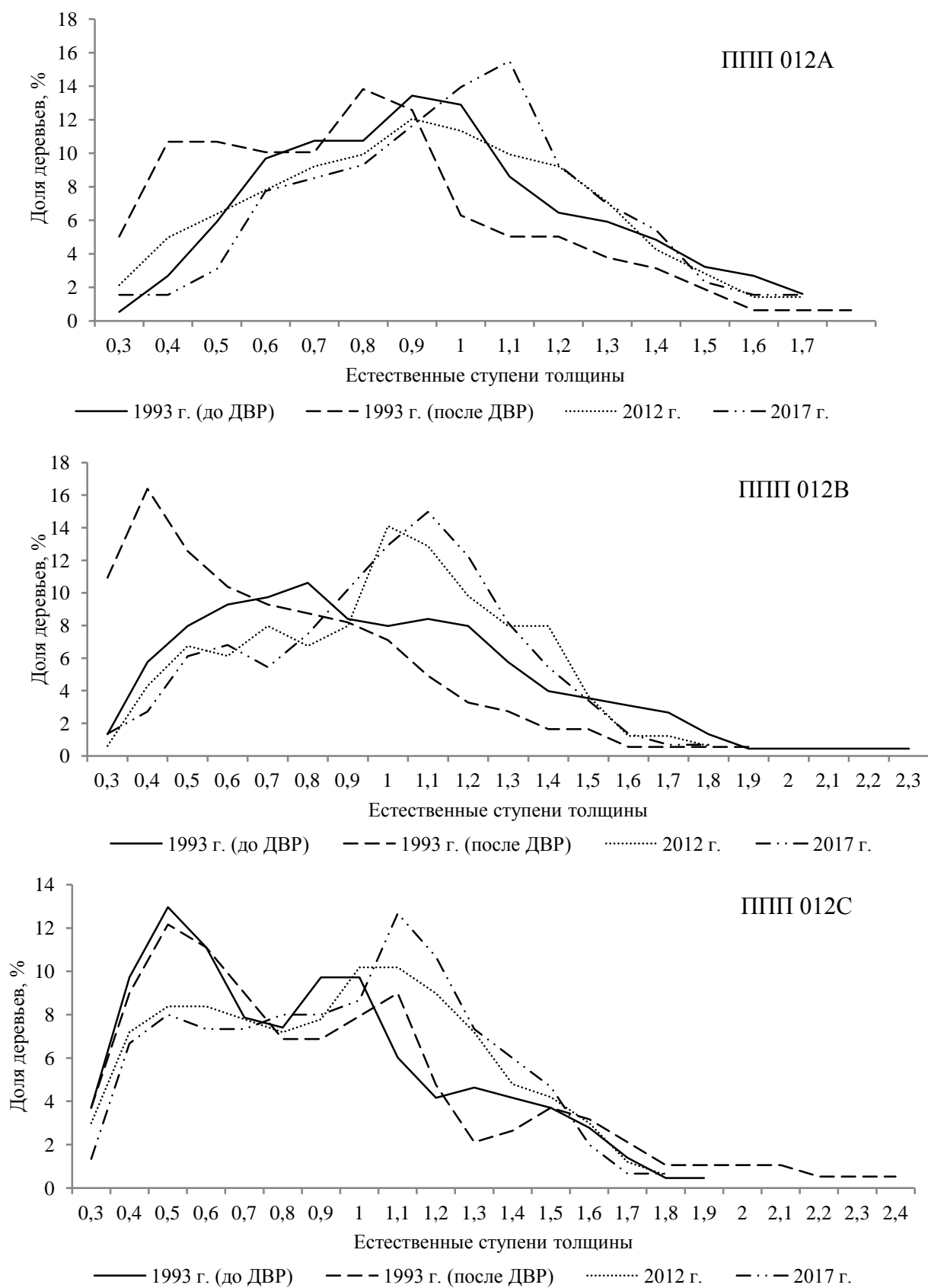


Рис. 6.5. Кривые процентного распределения деревьев по естественным ступеням толщины

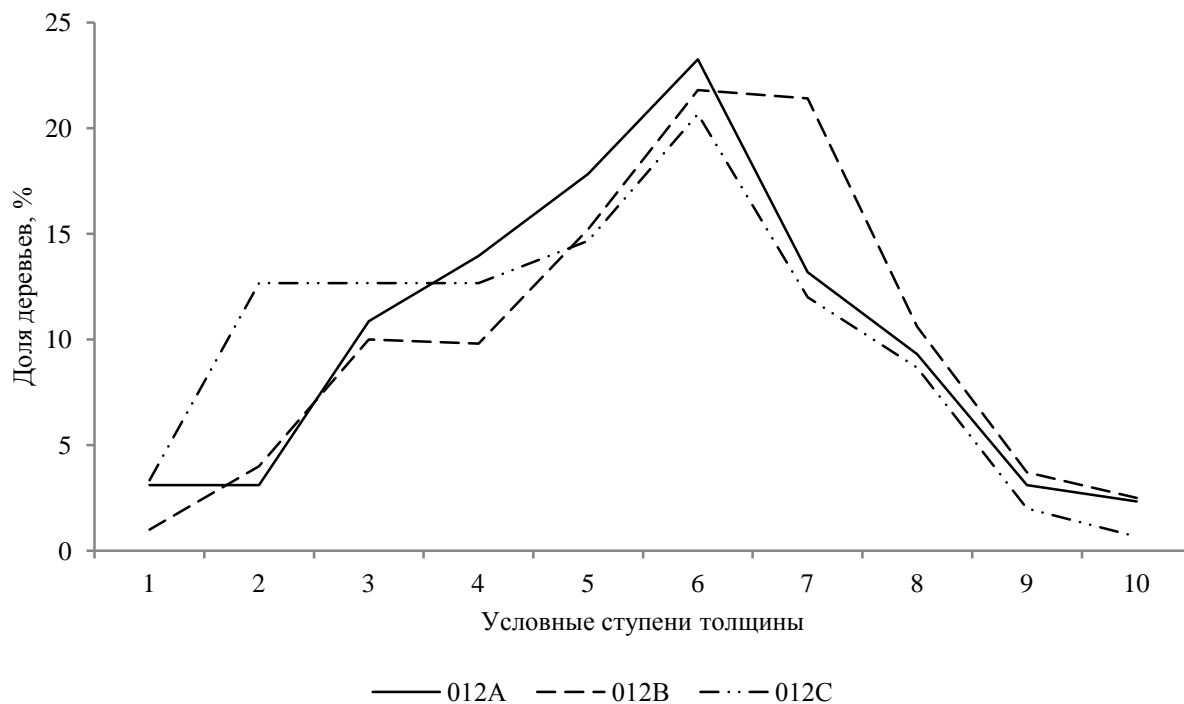


Рис. 6.6. Кривые процентного распределения деревьев по условным ступеням толщины на ППП 012 спустя 24 года после ДВР

Таблица 6.24. – Основные статистические параметры распределения деревьев по условным ступеням толщины на ППП 012

Индекс секции	Статистические параметры	Период после рубки, лет			
		до рубки	в год рубки	20	24
А	Среднее количество деревьев в ступени	19±1,04	16±0,87	14±0,66	13±0,82
	Стандартное отклонение	14,17	10,94	7,85	9,28
	Экссесс	-1,07±0,36	-1,08±0,39	-1,56±0,41	-0,65±0,43
	Асимметричность	0,23±0,18	0,24±0,19	0,17±0,06	0,55±0,21
В	Среднее количество деревьев в ступени	23±1,27	18±1,27	16±0,87	15±0,91
	Стандартное отклонение	19,07	17,18	11,13	11,06
	Экссесс	-1,82±0,33	-1,77±0,36	-1,08±0,38	-0,96±0,4
	Асимметричность	0,29±0,16	0,33±0,18	0,02±0,01	0,54±0,20
С	Среднее количество деревьев в ступени	22±1,18	19±1,14	17±0,66	15±0,77
	Стандартное отклонение	17,29	15,63	8,53	9,46
	Экссесс	-0,60±0,33	-0,27±0,15	-1,15±0,38	-0,59±0,20
	Асимметричность	0,54±0,17	0,80±0,18	-0,55±0,19	-0,13±0,02

Дифференциация деревьев по классам роста и развития Крафта, дает субъективную оценку их социального распределения, данные о которых приведены в таблице 6.25. Согласно этим данным большая часть древостоя представлена «господствующими» деревьями, составляющих от 52,0 до 54,9% всех деревьев на секции. Кроме того под основным пологом сосредоточено значительное количество сильно угнетенных, отмирающих и сухостойных деревьев (то есть IV и V классы роста), на долю которых приходится от 23,4 до 31,5% от общего количества деревьев. На всех секциях среднеарифметическое значение классов роста по Крафту не имеет сильного отличия и варьирует от II,5 до II,7, что в целом характеризует данные насаждения как «ослабленные».

Таблица 6.25. – Распределение деревьев по классам роста Крафта на ППП 012 спустя 24 года после проведения ДВР, экз. / %

Индекс секции	Класс роста по Крафту							Средний
	I	II	III	IV	Va	Vб	Итого	
A	<u>55</u> 36,2	<u>24</u> 15,8	<u>25</u> 16,4	<u>25</u> 16,4	<u>18</u> 11,8	<u>5</u> 3,3	<u>152</u> 100	II,6
B	<u>49</u> 27,4	<u>49</u> 27,4	<u>28</u> 15,6	<u>21</u> 11,7	<u>12</u> 6,7	<u>20</u> 11,2	<u>179</u> 100	II,7
C	<u>65</u> 35,3	<u>36</u> 19,6	<u>40</u> 21,7	<u>9</u> 4,9	<u>6</u> 3,3	<u>28</u> 15,2	<u>184</u> 100	II,5

На секции А отсутствует достоверная корреляционная связь распределения деревьев по классам Крафта от удаленности магистрального канала (таблица 6.26). На расположенной в середине межканального пространства секции В, количество угнетенных деревьев возрастает по мере увеличения расстояния от магистрального канала, связь сильная (коэффициент корреляции равен 0,98), прямолинейная, достоверная ($t_{\text{расч.}} > t_{0,05}$), а также на секции С лучшие условия для роста деревьев основного полога созданы на некотором удалении от канала (связь сильная, положительная, прямолинейная, достоверная).

Таблица 6.26. – Параметры связи класса роста Крафта с удаленностью от магистрального канала на ППП 012 спустя 24 года после проведения ДВР

Индекс секции	Статистические параметры	Класс роста по Крафту			Общее количество деревьев в 10 м ленте
		I-III	IV-V	средний	
А	r	0,14	0,06	0,00	0,57
	t _{расч.}	0,42	0,19	0,01	2,45
	t _{0,05}	2,26	2,26	2,26	2,26
В	r	-0,11	0,98	0,90	0,85
	t _{расч.}	0,31	18,95	8,00	6,08
	t _{0,05}	2,26	2,26	2,26	2,26
С	r	0,79	-0,55	-0,76	0,90
	t _{расч.}	4,92	1,26	1,63	7,98
	t _{0,05}	2,26	2,26	2,26	2,26

6.2.2. Санитарное состояние древостоя

По последним исследованиям, санитарное состояние древостоя на всех секциях оценивается как «ослабленное», а средневзвешенная категория варьирует от 2,1 до 2,4 (таблица 6.27). Максимальная доля текущего отпада зафиксирована на секциях А и С (13,8 и 21,1% от общего количества деревьев), а минимальная на секции В (8,7%), последнее обстоятельство можно объяснить более высокой степенью изреживания при ДВР. Однако, если учесть адаптационные возможности древостоя и тот факт, что средний возраст на секции В в момент осушения превышал 112 лет, то вполне объяснимо наличие в его составе значительно количества сухостоя, по сравнению с другими секциями, где средний возраст на момент осушения не превышал 100 лет. На долю 6 и 7 категории санитарного состояния (в данном случае 7 категория была представлена сухостоем, опасно наклоненным и зависшим в кроне других деревьев) приходится 17,5% от общего количества деревьев, а валежник представлен в небольшом количестве свежим буреломом. В то время, как на секции С, накопление сухостоя (14,4%), есть следствие малой выборки деревьев, представляющих потенциальный отпад при проведении ДВР и в результате конкурентной внутривидовой

борьбы. Меньшее количество сухостоя отмечено на секции А (2,8%), однако доля валежника здесь превышает 16,0% от общего количества деревьев, что также указывает на необходимость в дальнейшем проводить ДВР большей интенсивности, чтобы избежать накопление отпада (таблица 6.27).

Таблица 6.27. – Распределение деревьев по категориям санитарного состояния на ППП 012 спустя 24 года после проведения ДВР, экз. / %

Индекс секции	Категории санитарного состояния деревьев												Средняя
	1	2	3	4	5	5а	5б	6	6а	6б	7	Итого	
А	<u>124</u> 68,5	<u>5</u> 2,8	<u>0</u> 0,0	<u>18</u> 9,9	<u>0</u> 0,0	<u>7</u> 3,9	<u>0</u> 0,0	<u>5</u> 2,8	<u>20</u> 11,0	<u>2</u> 1,1	<u>0</u> 0,0	<u>181</u> 100	2,1
В	<u>84</u> 46,2	<u>33</u> 18,1	<u>17</u> 9,3	<u>13</u> 7,1	<u>0</u> 0,0	<u>0</u> 0,0	<u>3</u> 1,6	<u>19</u> 10,4	<u>0</u> 0,0	<u>0</u> 0,0	<u>13</u> 7,1	<u>182</u> 100	2,4
С	<u>84</u> 43,3	<u>42</u> 21,6	<u>16</u> 8,2	<u>13</u> 6,7	<u>0</u> 0,0	<u>0</u> 0,0	<u>0</u> 0,0	<u>29</u> 14,4	<u>8</u> 4,1	<u>2</u> 1,0	<u>1</u> 0,5	<u>195</u> 100	2,4

На всех секциях вне зависимости от интенсивности изреживания наблюдается тенденция накопления в составе древостоя ослабленных и сухостойных деревьев с увеличением расстояния до магистрального канала. Корреляционная связь характеризуется как сильная (r более 0,72) и достоверная на 0,05 уровне значимости ($t_{\text{расч.}} > t_{\text{табл.}}$) (таблица 6.28). Кроме того, по мере удаления от магистрального канала на секции С и В отмечается прямолинейная положительная сильная связь увеличения средней категории санитарного состояния древостоя (коэффициент корреляции равен 1,0 и 0,77, связь достоверная). В то время как на секции А, расположенной в 25 м от магистрального канала наблюдается сильная отрицательная зависимость ($r = -0,97$), однако достоверность ее не подтверждается.

Следует отметить, что в сухостой переходят в основном тонкомерные деревья, максимум которых приходится на ступени 6 и 8 см (таблица 6.29). Однако усыхают и деревья с диаметром ствола в 12 и 16 см, но их доля в общем количестве сухостоя составляет от 10,5 (секция В) до 20,0% (секция А).

Таблица 6.28. – Параметры связи категорий санитарного состояния от расстояния до магистрального канала на ППП 012 спустя 24 года после проведения ДВР

Индекс секции	Статистические параметры	Категории санитарного состояния				Общее количество деревьев в 10 м ленте
		1-3	4, 5, 6 и 7	5а, 5б, 6а и 6б	средняя	
А	r	0,11	0,72	-0,55	-0,97	-0,08
	t _{расч.}	0,34	3,86	1,26	-1,96	0,20
	t _{0,05}	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
В	r	0,46	0,99	0,00	0,77	0,91
	t _{расч.}	1,78	34,58	0,00	4,60	8,35
	t _{0,05}	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
С	r	0,70	0,94	0,72	1,00	0,87
	t _{расч.}	3,65	11,39	3,86	119,66	6,69
	t _{0,05}	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26

На всех секциях ППП 012, как уже было отмечено ранее, присутствует сухотой, представленный деревьями ступенями толщины от 2 до 16 см. В валежнике абсолютно доминируют тонкомерные деревья со ступенями 4 и 6 см (таблица 6.30). Также следует подчеркнуть, что чем выше была интенсивность изреживания во время ДВР, тем меньше отпад деревьев.

Таблица 6.29. – Распределение сухостоя по ступеням толщины на ППП 012 спустя 24 года после проведения ДВР, экз. / %

Индекс секции	Ступени толщины, см						Итого
	4	6	8	10	12	16	
А	-	<u>2</u> 40,0	<u>2</u> 40,0	-	-	<u>1</u> 20,0	<u>5</u> 100,0
В	<u>4</u> 21,0	<u>13</u> 68,4	<u>10</u> 52,6	<u>3</u> 15,8	-	<u>2</u> 10,5	<u>32</u> 100
С	<u>6</u> 20,7	<u>17</u> 58,7	<u>3</u> 10,4	<u>1</u> 3,4	<u>1</u> 3,4	<u>1</u> 3,4	<u>29</u> 100

Таблица 6.30. – Распределение отпада по ступеням толщины на ППП 012 спустя 24 года после проведения ДВР, экз. / %

Индекс секции	Ступени толщины, см							Итого
	2	4	6	8	10	14	16	
А	$\frac{1}{3,4}$	$\frac{7}{24,2}$	$\frac{10}{34,6}$	$\frac{5}{17,2}$	$\frac{4}{13,8}$	$\frac{1}{3,4}$	$\frac{1}{3,4}$	$\frac{29}{100,0}$
В	-	$\frac{2}{66,7}$	$\frac{1}{33,3}$	-	-	-	-	$\frac{3}{100,0}$
С	-	$\frac{6}{60,0}$	$\frac{3}{30,0}$	$\frac{1}{10,0}$	-	-	-	$\frac{10}{100,0}$

6.2.3. Сопутствующее возобновление

Следствием осушительных работ и проведения опытных рубок в сосняке кустарничково-сфагнового типа леса являются значительные перемены, которые отразились на всех компонентах лесоболотного биогеоценоза, в частности и на процессе сопутствующего лесовозобновления.

Установлено, что появляющийся самосев сосны полностью обречен на вымирание, что подтверждается данными, приведенными в таблицы 6.31, где по перевету спустя 20 лет после ДВР на секции А насчитывалось 500 экз./га, уже спустя 4 года по результатам повторного перевета его не было зафиксировано вовсе. Аналогичная ситуация складывается с подростом сосны возрастом от 6 до 15 лет. Из подростка, представленного группой возраста 11-15 лет, лишь 66,8% остается жизнеспособным, но это еще не гарантирует их дальнейшее развитие. Детальный анализ динамики естественного лесовозобновления во втором десятилетии после ДВР показал, что рубки и осушение не способствуют созданию условий для стабильного лесовозобновительного процесса под пологом материнского древостоя. Количество жизнеспособного хвойного подростка на секциях, вне зависимости от интенсивности рубки, не превышает 200 экз./га, что крайне недостаточно для успешного возобновления (таблица 6.31). По разным литературным данным, минимальное необходимое количество хвойного подростка для успешного лесовозобновления должно быть не менее 1,0-2,0 тыс.

экз./га (Медведева, 1989), по другим сведениям от 2,3-2,7 тыс. экз./га (Сабо и др., 1981).

Установлено, что на всех секциях активно появляются всходы сосны, однако в результате высокой конкуренции со стороны древостоя, а также за счет разрастания травяно-кустарничкового яруса ЖНП, его выживаемость минимальна. На секции В, где интенсивность была максимальной, отмечено появление всходов (21 экз./га) и подроста ели (104 экз./га), которого в более раннее периоды не наблюдалось.

Таблица 6.31. – Распределение жизнеспособного подроста по группам возраста и высот на ППП 012 спустя 20 и 24 года после проведения ДВР, экз./га

Индекс секции	Породный состав	Всходы	Группа возраста, лет				Итого	Нежизнеспособный
			самосев	6-10	11-15	более 15		
			Группа высот, м					
			до 0,5	до 0,5	0,6-1,5	0,6-1,5		
Спустя 20 лет после проведения ДВР								
А	10С	2175	500	200	250	-	950	-
В	10С	1625	-	200	-	-	200	-
С	10С	3050	-	-	-	-	-	-
Спустя 24 лет после проведения ДВР								
А	10С	1625	-	-	-	167	167	208
В	С	333	-	-	-	-	-	-
	10Е	21	104	-	-	-	104	-
С	С	1750	-	-	-	-	200	-

Пространственное размещение подроста в зависимости от расстояния до магистрального канала наглядно представлено на рисунке 6.7. Равномерную представленность по площади имеет только всходы сосны (встречаемость 100%), а подрост сосны и ели представлены единично. На секциях А и В ППП 012 лучшие условия для роста подроста сосны и ели отмечены по мере приближения к магистральному каналу, о чем свидетельствует высокое значение коэффициента корреляции (-0,87), однако достоверность данных не подтвер-

ждается на 0,05 уровне значимости вследствие фактически малого его количества (таблица 6.32).

Таблица 6.32. – Параметры связи количества всходов и жизнеспособного подроста от расстояния до магистрального канала на ППП 012 спустя 24 года после проведения ДВР

Индекс секции	Статистические параметры	Всходы		Подрост	
		Порода			
		С	Е	С	Е
А	r	-0,96	-	-0,87	-
	t _{расч.}	-1,94	-	-1,79	-
	t _{0,05}	2,26	-	2,26	-
В	r	0,24	-0,87	-	-0,87
	t _{расч.}	0,79	-1,79	-	-1,79
	t _{0,05}	2,26	2,26	-	2,26
С	r	-0,94	-	-	-
	t _{расч.}	1,92	-	-	-
	t _{0,05}	2,26	-	-	-

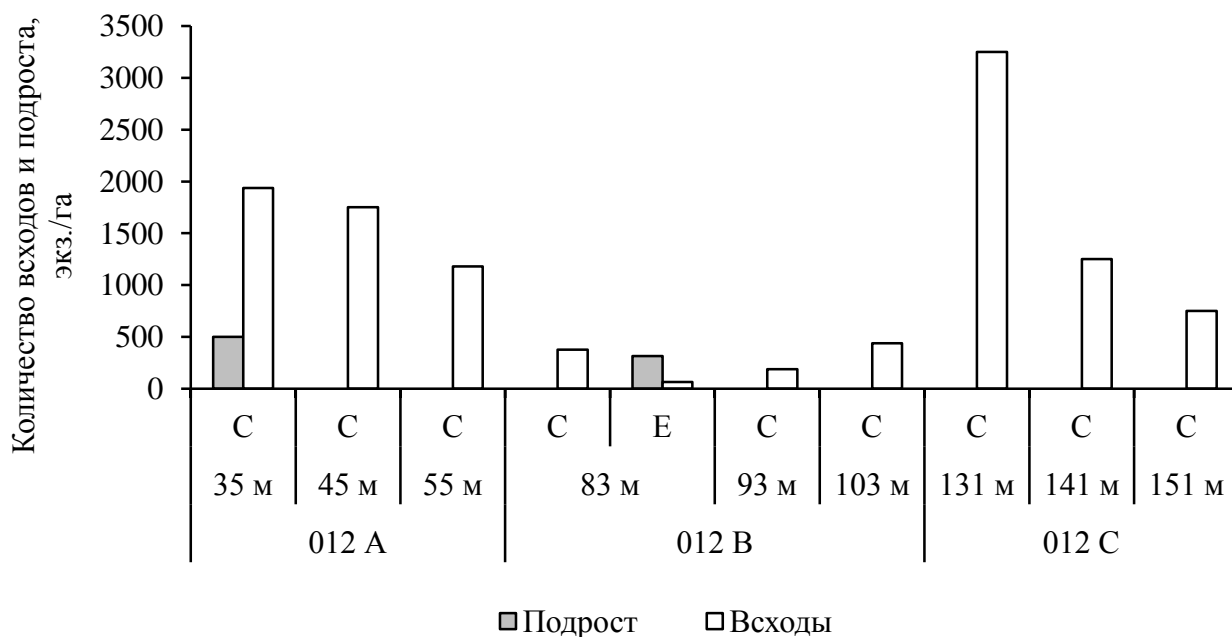


Рис. 6.7. Распределение жизнеспособного подроста на ППП 012 в зависимости от расстояния до магистрального канала спустя 24 года после проведения ДВР

6.2.4. Динамика живого напочвенного покрова

Анализ динамики видового состава травяно-кустарничкового и мохового ярусов ЖНП за 24 года совместного воздействия осушения и ДВР показал, что флористическое разнообразие не стабильно. В целом за исследуемый период всего было зафиксировано 11 видов растений из 8 родов, 6 семейств, к которым относятся: Осоковые (*Cyperaceae*), Розовые (*Rosaceae*), Вересковое (*Ericaceae*), Политриховые (*Polytrichaceae*), Гилокомиевые (*Hylocomiaceae*) и Сфагновые (*Sphagnaceae*).

За счет элиминации, а также разрастания отдельных видов ЖНП происходит периодическое снижение или увеличение общей ее надземной фитомассы на различных секциях ППП 012. Исходя из данных приведенных в таблице 6.33, максимальное накопление фитомассы было отмечено на секциях В и С спустя 6 лет после проведения ДВР, однако по флористическому богатству данный период отличается меньшим за 24-летний период исследования, количеством видов, всего 4. За последние 8 лет постоянными представителями травяно-кустарничкового яруса ЖНП на всех секциях ППП 012 являются: багульник болотный (*Ledum palustre* L.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), морозника приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) и брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), а на секциях А и В еще и голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) (таблица 6.33). Спустя 16 лет после проведения ДВР отмечено активное разрастание мохового яруса из кукушкиного льна (*Polytrichum commune* L.), составляющего от 2,7 до 19,0% от общей надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии, однако спустя еще 4 года он полностью исчез из состава, а на секциях В и С появился сфагнум узколистный (*Sphagnum angustifolium* (Warnst.) С.Е.О. Jensen) с надземной фитомассой от 81,5 до 226,8 кг/га. Точность опыта при изучении фитомассы ЖНП в естественном состоянии по видам варьирует от 8,9 до 26,7% (таблица 6.33). По последним исследованиям достоверность полученных результатов подтверждается на 0,05 уровне значимости лишь на секции С ППП 012 ($t_{\text{расч.}} > t_{0,05}$).

Таблица 6.33. – Статистические параметры надземной фитомассы ЖНП в естественном состоянии спустя 20 и 24 года после проведения ДВР

Индекс секции	Фитомасса одного растения в сыром состоянии, г			V, %	P, %	t _{расч.}	t _{0,05}
	средняя	min	max				
Спустя 20 лет после ДВР							
A	27,19±4,91	0,74	81,40	86,6	18,1	9,94	2,07
B	8,79±0,78	1,10	24,20	52,4	8,9	1,56	2,03
C	16,6±4,43	0,24	76,88	122,4	26,7	9,01	2,51
Спустя 24 года после ДВР							
A	3,59±0,37	1,09	8,24	56,2	10,4	0,75	2,04
B	10,78±0,98	5,94	22,94	48,8	9,1	1,96	2,04
C	7,55±1,84	1,10	38,85	143,9	24,3	3,67	2,03

Представленные в таблице 6.34 параметры корреляционной связи общей надземной фитомассы ЖНП и фитомассы ягодной группы в абсолютно сухом состоянии, указывают на наличие от слабой до сильной тесноты связи с давностью проведения рубки и относительной полнотой древостоя, однако достоверность этих данных не подтверждается на 0,05 уровне значимости.

Таблица 6.34. – Параметры связи надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии и давности проведения ДВР и полноты материнского древостоя

Индекс секции	Статистические параметры	Общая фитомасса		Фитомасса ягодной группы	
		давность	полнота	давность	полнота
A	r	-0,50	-0,47	-0,73	-0,50
	t _{расч.}	1,01	0,95	1,35	0,99
	t _{0,05}	2,45	2,45	2,45	2,45
B	r	-0,85	-0,49	-0,19	-0,95
	t _{расч.}	1,53	0,98	0,43	1,66
	t _{0,05}	2,45	2,45	2,45	2,45
C	r	-0,95	-0,25	0,06	0,12
	t _{расч.}	1,67	0,55	0,16	0,33
	t _{0,05}	2,45	2,45	2,45	2,45

Приведенная в таблице 6.35 информация по запасам фитомассы в абсолютно сухом стоянии спустя 6 и 16 лет после проведения опытных выборочных рубок, являются данными Н.А. Кряжевских (1995) и кафедры лесоводства, а данные спустя 20 и 24 года получены нами. В целом следует отметить нестабильность показателей как общей фитомассы, так и фитомассы по видам ЖНП в пределах секций. По последним данным общая фитомасса ЖНП на всех секциях уменьшилась в 2,3 (секция С), 2,7 (секция В) и 2,8 раза (секция А) по сравнению аналогичными показателями спустя 6 лет после проведения ДВР. Также следует отметить, что спустя 24 года после проведения ДВР на долю ягодной группы приходится от 32,5 до 79,9% общей фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии.

Равномерное пространственное размещение на всех секциях ППП 012 имеет пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.) (встречаемость от 80 до 100%) и морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) (от 40 до 100%), остальные виды представлены неравномерно (таблица 6.36). По горизонтальной структуре ЖНП условно можно выделить три яруса. Первый ярус, высотой от 20 до 30 см, представлен багульником (*Ledum palustre* L.) и голубикой обыкновенной (*Vaccinium uliginosum* L.), на долю этих кустарничков приходится от 7,4 (секция А) до 59,4% (секция С) общей фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии. Ярусом ниже располагается пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), высотой 20 см и составляющей от 19,2 до 63,0% общей фитомассы ЖНП. И, наконец, приземистый ярус, высота которого не превышает 10 см, его составляют остальные виды ягодной группы растений. Доля участия последних в общей фитомассе ЖНП в абсолютно сухом состоянии варьирует от 21,5 (секция С) до 36,5% (секция В) (таблица 6.35).

Среди видов представленных обильно (Сор2) и довольно обильно (Сор1) по шкале Друде выделяются на секциях В и С брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) (таблица 6.36).

Таблица 6.35. – Динамика надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии на ППП 012 спустя 6, 16, 20 и 24 года после проведения ДВР, кг/га / %

Индекс секции	Фитомасса в абсолютно сухом состоянии											
	Пушица влагалищная – <i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Багульник болотный – <i>Ledum palustre</i> L.	Мирт болотный – <i>Chamaedaphne calyculata</i> L.	Морошка приземистая – <i>Rubus chamaemorus</i> L.	Брусника обыкновенная – <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Черника обыкновенная – <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Голубика обыкновенная – <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Клюква болотная – <i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	Плеврочиум Шребера – <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	Кукушкин лён – <i>Polytrichum commune</i> L.	Сфагнум узколистный – <i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) С.Е.О. Jensen	ИТОГО
Спустя 6 лет												
A	<u>114,0</u> 17,4	<u>303,0</u> 46,3	-	<u>185,6</u> 28,4	-	<u>51,7</u> 7,9	-	-	-	-	-	<u>654,3</u> 100,0
B	<u>359,7</u> 34,8	<u>505,0</u> 48,8		<u>108,0</u> 10,4		<u>61,2</u> 5,9				-	-	<u>1033,9</u> 100,0
C	<u>259,6</u> 24,9	<u>531,6</u> 51,1	-	<u>157,1</u> 15,1	-	<u>92,4</u> 8,9	-	-	-	-	-	<u>1040,7</u> 100,0
Спустя 16 лет												
A	<u>45,1</u> 14,8	<u>112,3</u> 36,9	-	<u>55,4</u> 18,2	<u>0,3</u> 0,1	<u>19,4</u> 6,4	<u>14,4</u> 4,7	-	-	<u>57,8</u> 19,0	-	<u>304,7</u> 100,0
B	<u>161,0</u> 45,6	<u>62,7</u> 17,8	<u>3,1</u> 0,9	<u>75,5</u> 21,4	<u>5,1</u> 1,4	-	<u>7,3</u> 2,1	<u>0,1</u> 0,03	-	<u>38,3</u> 10,8	-	<u>353,1</u> 100,0
C	<u>109,2</u> 18,8	<u>160,0</u> 27,6	-	<u>164,2</u> 28,3	-	-	<u>77,6</u> 13,4	<u>13,9</u> 2,4	-	<u>15,4</u> 2,7	<u>39,8</u> 6,9	<u>580,1</u> 100,0
Спустя 20 лет												
A	<u>284,5</u> 40,3	<u>217,3</u> 30,8	-	<u>74,4</u> 10,5	<u>17,5</u> 2,5	-	<u>96,3</u> 13,6	-	<u>16,2</u> 2,3	-	-	<u>706,1</u> 100,0
B	<u>144,5</u> 26,1	<u>161,3</u> 29,1	-	<u>49,6</u> 8,9	<u>13,7</u> 2,5	-	<u>103,8</u> 18,7	-	-	-	<u>81,5</u> 14,7	<u>554,3</u> 100,0
C	<u>331,4</u> 53,3	<u>6,4</u> 1,0	-	<u>55,5</u> 8,9	-	<u>2,2</u> 0,3	-	-	-	-	<u>226,8</u> 36,4	<u>622,3</u> 100,0
Спустя 24 года												
A	<u>145,7</u> 63,0	<u>10,2</u> 4,4	-	<u>14,6</u> 6,3	<u>53,7</u> 23,2	-	<u>7,0</u> 3,0	-	-	-	-	<u>231,1</u> 100,0
B	<u>168,4</u> 43,2	<u>79,1</u> 20,3	-	<u>88,0</u> 22,6	<u>54,4</u> 13,9	-	-	-	-	-	-	<u>389,9</u> 100,0
C	<u>87,6</u> 19,2	<u>4,4</u> 1,0	-	<u>79,2</u> 17,3	<u>14,4</u> 3,2	<u>4,5</u> 1,0	<u>266,2</u> 58,4	-	-	-	-	<u>456,2</u> 100,0

Таблица 6.36. – Характеристика травяно-кустарничкового яруса ЖНП на ППП 012 спустя 20 и 24 года после проведения ДВР

Индекс секции	Название вида	Средняя высота, см		Среднее проективное покрытие, %		Встречаемость, %		Обилие (по шкале Друде)	
		Год исследования							
		2012	2016	2012	2016	2012	2016	2012	2016
А	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	15	7	25	5	10	100	Cop1	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	14	6	10	2	70	60	Sol.	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	16	16	45	14	70	100	Cop2	Sol.
	<i>Ledum palustre</i> L.	27	25	31	3	70	20	Cop1	Sol.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	20	20	33	2	20	20	Cop1	Sol.
	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	5	0	10	0	10	0	Sol.	-
В	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	20	20	13	21	80	80	Sol.	Sp.
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	26	6	30	35	10	20	Cop1	Cop2
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	19	9	5	30	80	40	Sol.	Cop1
	<i>Ledum palustre</i> L.	40	30	7	15	50	20	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	26	0	6	0	50	0	Sol.	-
	<i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) C.E.O.Jensen	4	0	76	0	90	0	Soc.	-
С	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	17	16	34	12	100	80	Cop1	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	17	8	18	11	80	100	Sol.	Sol.
	<i>Ledum palustre</i> L.	45	10	20	2	10	20	Sp.	Sol.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	0	30	0	30	0	40	-	Cop1
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	0	8	0	5	0	20	-	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	10	6	10	2	10	20	Sol.	Sol.
	<i>Sphagnum angustifolium</i> (Warnst.) C.E.O.Jensen	4	0	35	0	20	0	Cop2	-

Выводы:

1. Безусловно, что совместное влияние осушения и опытных рубок (проходных рубок и ДВР) оказывают существенное влияние на все компоненты лесоболотного биогеоценоза, однако реакция на такие изменения отличается разномоментностью их проявления.

2. Дифференциация деревьев по естественным ступеням толщины в древостоях, пройденных проходной рубки и ДВР характеризуется ступенчато-вершиной (на секции А и С ППП 013 и секциях В и С ППП 012) и одновершинной кривыми (ППП 013В и 012А), различия которых напрямую связаны с осо-

бенностями отбора деревьев в рубку и последующей внутривидовой конкуренцией деревьев.

3. Комплексное влияние осушения и проходных рубок интенсивностью 13,8 и 25,5% по запасу способствует «оздоровлению» древостоя (средняя категория санитарного состояния спустя 29 лет составляет от 1,3 до 1,7 и характеризует насаждение как «здоровое», по сравнению с контролем 2,5 «ослабленное»). В то время как при проведении ДВР, спустя 24 года, состояние насаждения вне зависимости от интенсивности изреживания характеризуется как «ослабленное», но все же средневзвешенная категория санитарного состояния в 1,5 раза ниже, чем для насаждений аналогичного типа леса, но не пройденных ДВР.

4. Проведение проходных рубок и осушения способствовало улучшению условий роста и развития, оставленных на доращивание деревьев. На контрольной секции около $\frac{1}{4}$ части всех деревьев находится в угнетенном состоянии и количество таких деревьев увеличивается по мере удаления от магистрального канала. После проходной рубки и ДВР естественное изреживание имеет выраженный низовой характер, то есть протекает за счет тонкомерных деревьев.

5. Осушение и опытные рубки создают благоприятные условия для появления всходов сосны (встречаемость 100%), однако не способствуют устойчивому накоплению хвойного подроста под пологом материнского древостоя из-за высокой конкуренции, как со стороны древостоя, так и ЖНП. После проходной рубки отмечено появление лиственного подроста, на долю которого приходится от 150 (ППП 013С) до 426 экз./га (ППП 013 В). После проведения ДВР под пологом древостоев сопутствующее лесовозобновление протекает неудовлетворительно, количество жизнеспособного хвойного подроста не превышает 200 экз./га.

6. Проходные рубки и осушение существенно не меняют флористического разнообразия ЖНП. На динамику надземной фитомассы не оказывают существенного влияния ни давность поведения осушения и рубки, ни полнота древостоя. Показатель общей фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии неста-

билен по годам наблюдения, а спустя 29 лет в его составе ЖНП абсолютно доминируют ягодная группа растений, составляющая от 45,1 (ППП 013С) до 60,5% (ППП 013В) его общей фитомассы. После ДВР общая фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии на всех секциях уменьшилась в 2,3 (ППП 012С), 2,7 (ППП 012В) и 2,8 раза (ППП 012А) по сравнению с данными спустя 6 лет после ее проведения, а на долю ягодной группы приходится от 32,5 до 79,9% общей надземной фитомассы ЖНП.

7. В целом проходные рубки способствуют меньшему накоплению в составе древостоя текущего отпада (от 0,9 до 4,2% общего количества деревьев) и приводят к снижению захламленности территории, что создает благоприятные санитарные условия и снижает пожарную опасность. Однако в условиях осушаемого сосняка кустарничково-сфагнового проведение ДВР фактически не решает своей основной задачи по формированию разновозрастных древостоев.

Глава 7. ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Лесной пожар – это неуправляемое (стихийное) горение, распространяющееся в лесном фонде (Залесов, Залесова, 2014), являющееся не только стихийным бедствием, но и важнейшим фактором эволюции природных систем, формирующих их современный облик. Общеизвестно, что наличие объективной информации о горимости лесов за длительный период, во многом определяет и эффективность планируемых профилактических мероприятий по предупреждению и ликвидации возгораний, а также позволяет дать оценку и спрогнозировать экологические последствия, а с учетом последних, организовать необходимый комплекс лесохозяйственных мероприятий на данных территориях. Среди факторов, которые значительно повышают риск возникновения лесных пожаров, многие ученые, выделяют осушительную мелиорацию. Негативными последствиями мелиоративных работ может быть чрезмерное иссушение торфа, увеличение запаса горючих материалов за счет активного постмелиоративного отпада деревьев и, как следствие, повышение класса пожарной опасности данных насаждений. К сожалению, данное положение, нашло свое подтверждение и в наших ранее опубликованных работах по анализу горимости осушаемых лесов в УУОЛ УГЛТУ (Тукачева и др., 2012, Тукачева, Залесов, 2014; Залесов и др., 2015).

7.1. Анализ горимости лесов УУОЛ УГЛТУ

Для объективной оценки горимости лесов УУОЛ УГЛТУ был проведен анализ архивных материалов по пожарам за последнее 45 лет. Согласно этим данным на территории лесхоза было зафиксировано 679 случаев возникновения пожара на общей площади 1560,3 га. Календарные годы лесных пожаров на территории УУОЛ, их количество и площадь пройденная огнем приведены в таблице 7.1 и на рисунке 7.1. Абсолютное большинство пожаров (98,7% по количеству и 98,2% по площади) низовые. На долю торфяных приходится 1,2% по

количеству и менее одного процента по площади всех пожаров. Верховые пожары отмечены в сильно засушливые годы, а их доля по сравнению с другими видами пожаров минимальна.

Таблица 7.1. – Количество и площадь пожаров на территории УУОЛ за период 1973-2018 гг.

Год	Количество пожаров		Площадь пожаров		
	шт.	%	общая, га	%	средняя, га
1	2	3	4	5	6
1973	27	4,0	21,5	1,4	0,8
1974	66	9,7	99,2	6,4	1,5
1975	58	8,5	214,9	13,8	3,7
1976	7	1,0	1,4	0,1	0,2
1977	21	3,1	12,0	0,8	0,6
1978	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1979	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1980	6	0,9	5,1	0,3	0,8
1981	29	4,3	32,2	2,1	1,1
1982	38	5,6	40,4	2,6	1,1
1983	3	0,4	1,0	0,1	0,3
1984	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1985	17	2,5	12,1	0,8	0,7
1986	5	0,7	11,3	0,7	2,3
1987	13	1,9	12,2	0,8	0,9
1988	24	3,5	21,1	1,3	0,9
1989	37	5,4	12,8	0,8	0,3
1990	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1991	15	2,2	59,0	3,8	3,9
1992	8	1,2	5,6	0,4	0,7
1993	2	0,3	6,4	0,4	3,2
1994	13	1,9	19,3	1,2	1,5
1995	55	8,1	131,4	8,4	2,4
1996	3	0,4	2,7	0,2	0,9
1997	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	9	1,3	11,0	0,7	1,2
1999	1	0,1	0,3	0,0	0,3
2000	6	0,9	8,5	0,5	1,4
2001	1	0,1	6,3	0,4	6,3
2002	2	0,3	0,8	0,1	0,4

Окончание табл. 7.1.

1	2	3	4	5	6
2003	2	0,3	8,0	0,5	4,0
2004	21	3,1	82,7	5,3	3,9
2005	0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	14	2,1	72,3	4,6	5,2
2007	9	1,3	34,9	2,2	3,9
2008	30	4,4	86,7	5,6	2,9
2009	18	2,7	44,8	2,9	2,5
2010	37	5,4	265,9	17,0	7,2
2011	14	2,1	56,0	3,6	4,0
2012	23	3,4	40,7	2,6	1,8
2013	5	0,7	3,5	0,2	0,7
2014	12	1,8	45,4	2,9	3,8
2015	2	0,3	3,1	0,2	1,6
2016	15	2,2	44,3	2,8	3,0
2017	4	0,6	0,1	0,01	0,02
2018	7	1,0	23,6	1,5	3,4
Всего:	679	100,0	1560,3	100,0	
Статистические параметры					
M	15		33,9		1,9
σ	16,2		54,1		1,8
mM	2		8,1		0,3
V	109,7		159,6		96,6
P	16,4		23,8		14,4

Материалы таблицы 7.1 свидетельствуют, что за исследуемый период количество и площадь лесных пожаров сильно варьирует по годам. За 45-летний период только в течение 6 лет пожаров зафиксировано не было, к ним относятся 1978, 1979, 1984, 1990, 1997 и 2005 гг. В среднем на территории УУОЛ ежегодно отмечается 15 ± 2 ($P=16,4\%$) случаев возникновения пожара, средняя площадь которых составляет $33,9 \pm 8,1$ га ($P=23,8\%$), а средняя площадь одного пожара – $1,9 \pm 0,3$ га ($P=14,4\%$). Также следует отметить, что характеризующиеся большим числом пожаров годы не всегда занимают лидирующие положение по показателям пройденной огнем площади (рисунок 7.1). Примером тому, служит 1974 г. на долю которого приходится 9,7% от общего количества пожаров и лишь 6,4% от общей площади, в то время как в 2010 г. аналогичные показатели количества и величины пройденной огнем площади составили 5,4% и 17,0% соответственно (таблица 7.1).



Рис. 7.1. Динамика распределения количества и площади лесных пожаров по годам на территории УУОЛ за 45 лет

Основной причиной возникновения пожаров в лесу является человеческий фактор. Так в результате неосторожного обращения с огнем произошло более 43,0% всех пожаров, а по вине работников предприятий и организаций – 0,3%. В остальных случаях причины не установлены (56,7%).

Неравномерность распределения пожаров прослеживается и по месяцам пожароопасного сезона. Согласно данным таблицы 7.2 и рисунка 7.2 лидирующие позиции как по количеству (148 случаев), так и по пройденной лесными пожарами площади (467,2 га) занимает май. Последнее обстоятельство можно объяснить высокой посещаемостью лесов местным населением в выходные и праздничные дни, а также наличием в лесу высохшего после схода снега горючего материала, в частности легковоспламеняющейся прошлогодней сухой травы. Не менее пожароопасными за вегетационный период являются июнь, июль и сентябрь, на долю которых приходится от 17,7 до 22,2% всех пожаров. Несмотря на наименьшее количество (38 случаев) в начале пожароопасного сезона, средняя площадь одного пожара в апреле самая высокая, и составляет 3,8 га.

Таблица 7.2. – Динамика пожаров по месяцам за последнее 45 лет

Месяц	Количество пожаров		Площадь, га		
	га	%	общая, га	%	средняя, га
Апрель	39	5,7	149,2	9,6	3,8
Май	148	21,8	467,2	29,9	3,2
Июнь	120	17,7	255,7	16,4	2,1
Июль	151	22,2	277,5	17,8	1,8
Август	63	9,3	66,6	4,3	1,1
Сентябрь	123	18,1	249,8	16,0	2,0
Октябрь	35	5,2	94,3	6,0	2,7
Всего	679	100,0	1560,3	100,0	2,1

За анализируемый период самый ранний весенний лесной пожар был зафиксирован 13 апреля 1975 г., а самый поздний осенний 24 октября годом ранее. В среднем продолжительность пожароопасного сезона составляет 165 дней, начинается с 24 апреля и заканчивается 7 октября.

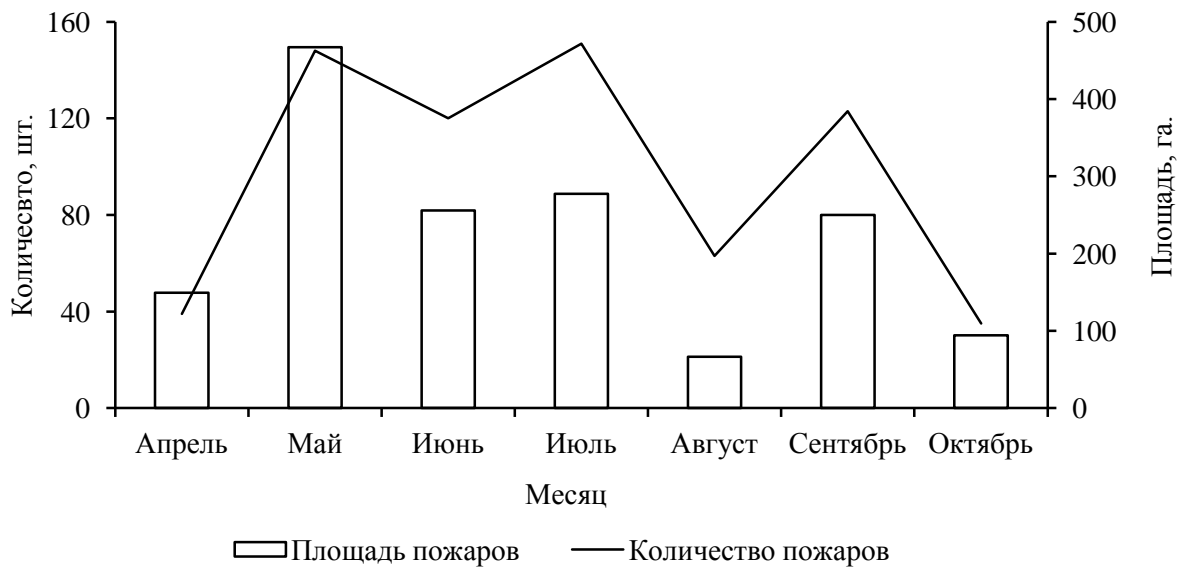


Рис. 7.2. Распределение количества пожаров и пройденной ими площади по месяцам за период 1973-2018 гг.

Анализ распределения количества пожаров по дням недели показал, что большинство лесных пожаров приходится на начало и конец недели (понедельник (20,0%) и воскресенье (16,2%)). В остальные дни доля пожаров находится на уровне 11,9-13,5% (рисунок 7.3).

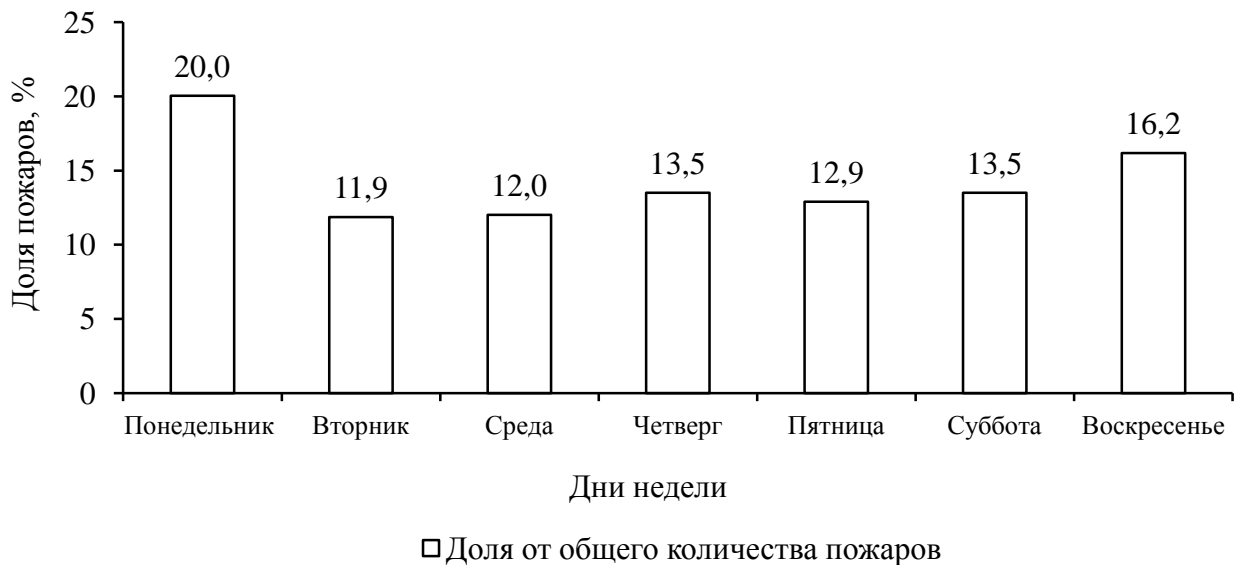


Рис. 7.3. Распределение лесных пожаров по дням недели за период 1973-2018 гг.

Для сопоставления данных о горимости в различных хозяйственных группах типов леса (ГТЛ) использовался показатель относительной горимости, ве-

личина которого определялась на основании фактической суммарной площади пройденной огнем лесных пожаров в конкретных ГТЛ в пересчете на 1 тыс./га. Результаты наглядно представлены в таблице 7.3 и на рисунке 7.4.

Таблица 7.3. – Распределение покрытой лесом площади лесхоза по группам типов леса и пройденным пожарам за период 1973-2018 гг.

Группа типов леса	Площадь насаждений		Площадь пожаров			Относительная горимость по площади, га на 1 тыс. га
	га	%	га	%	% от ГТЛ	
1	152,3	0,5	5,9	1,5	3,9	38,7
2	349,3	1,2	39,5	10,2	11,3	113,1
3	15081,8	51,5	272,9	70,5	1,8	18,1
4	4668	16	15,7	4,1	0,3	3,4
5	1223,9	4,2	3,5	0,9	0,3	2,9
6	326,9	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
7	4064,4	13,9	49,4	12,8	1,2	12,2
Всего	25866,6	100	386,9	100	1,5	15,0
Насаждения на осушаемых торфах						
7	164,1	4,0	20,0	12,2	12,2	121,9

Данные рисунка 7.3 можно интерпретировать следующим образом. Несмотря на наличие относительно небольших площадей с насаждениями на осушаемых торфах (7 ГТЛ), показатель относительной горимости этих насаждений самый высокий по сравнению с другими ГТЛ. В частности в естественных условиях насаждения 7 ГТЛ практически не горит, а показатель относительной горимости в 10,0 раз ниже аналогичного показателя для насаждений на осушаемых торфах. Высокий показатель горимости отмечен в насаждениях сосняка брусничного (2 ГТЛ), однако в сравнении с осушаемыми насаждениями он ниже в 1,1 раза (таблица 7.3). Наибольшая площадь лесных пожаров по УУОЛ за исследуемый период приходится на 3 ГТЛ – 272,9 га или 70,5% от общей площади всех пожаров.

В целом по лесхозу прослеживается тенденция снижения показателя относительной горимости от сухих к мокрым условиям произрастания.



Рис. 7.4. Распределение по хозяйственным группам типов леса и их относительной горимости за период 1973-2018 гг.

Также следует отметить, что с 1997 г. на территории УУОЛ не было зарегистрировано ни одного случая перехода лесного пожара в верховой, как и случаев возникновения торфяных пожаров. Торфяные пожары за 45 лет наблюдений были зафиксированы 7 раз (три случая в 1974 г. и по два случая в 1995 и 1996 гг.) на общей площади 13,1 га, в том числе 3,5 га в насаждениях на осушаемых низинных торфах (стационар «Песчаный») в 1995 г. Большая часть из них приходится на начало осени (сентябрь-октябрь), когда из-за длительной засухи относительная влажность верхнего слоя торфа снижается до 25-40%. При такой влажности торфа происходит его самовозгорание или возгорание от любого малейшего источника огня, а после загорания велика угроза его дальнейшего заглубления в менее сухие слои торфа, где беспламенное горение может поддерживаться долгие годы. Таким образом, можно констатировать, что при торфяных пожарах, площадь пройденная огнем в разы меньше, чем при других видах лесных пожаров, однако экологические их последствия наиболее разрушительны и опасны для окружающей среды, вследствие выделения токсичных продуктов горения торфа – бензопирена, который не выделяется при верховых и низовых лесных пожарах.

На гидролесомелиоративном стационаре «Северный» с момента его создания известны 4 случая возникновения пожаров (по одному случаю в 1996 и 2010 гг. и два случая в 2009 г.) все они согласно книге учета лесных пожаров отнесены к низовым беглым и устойчиво сильным, а их суммарная, пройденная огнем площадь составляет 16,5 га. В естественных условиях олиготрофное болото за исследуемый период горело только один раз, за год до проведения мелиоративных работ на площади 0,3 га. Таким образом, на первый взгляд горимость стационара невысокая, однако, картина резко меняется, если сопоставить площадь, пройденную огнем с площадью стационара. Немаловажен тот факт, что до осушения насаждения на верховых торфах практически не горели.

Наиболее разрушительный пожар на стационаре был отмечен в 2010 г., огнем было пройдено 13,1% его территории (рисунок 7.5). Согласно характеру послепожарных изменений в древостое, данная территория классифицируется как валежная гарь (Залесов, 2006). Для нее характерно наличие вываленных с корневой системой деревьев, а также единично сохранившихся деревьев в различной степени поврежденных огнем пожара и представляющих собой отпад ближайших лет.



Рис. 7.5. Площадь валежной гарь на стационаре «Северный» после пожара 2010 г.

7.2. Оценка захламленности территории и деструкция древесины

В результате подгорания корневых систем древостой выпал почти полностью, создав 1,5-2,0 метровый слой валежа. Оставшаяся на корню небольшая часть живых деревьев интенсивно усыхала особенно заметно в первые два года после пожара. Далее данный процесс существенно замедлился. Однако в ближайшие 5-10 лет следует ожидать, что оставшиеся живые деревья и сухостой также пополнят слой валежа, поскольку образовавшаяся обширная открытая территория способствует беспрепятственному проникновению ветров, что провоцирует ветровалы и буреломы. Следует отметить, что в таких условиях живая крона отдельно стоящих деревьев с поверхностной корневой системой обладает эффектом «паруса», при сильном ветре происходит выворачивание с корнем всего дерева.

Предварительные выводы о запасах вываленного древостоя были сделаны по итогам рекогносцировочного обследования сразу после пожара проф. А.С. Чиндяевым (Чиндяев и др., 2011). Согласно этим данным объем валежной древесины превышал 900 м³ и подлежал последующей уборке. Однако вывоз и утилизация древесины по ряду причин не были произведены. Точная оценка захламленности территории, а также скорость разложения древесины или крупных древесных остатков остается актуальной, поскольку эти данные служат основой для разработки рекомендаций способов лесовосстановления.

Выбор только части ППП в первую очередь был обусловлен сложностью выполняемых работ, поскольку деревья или КДО на территории валежной гари повалены хаотично, что существенно затрудняет инструментальное определение их параметров. Из пяти ППП, восстановленных после пожара были выбраны только три ППП: 003, 008 и 011. Выбор данных объектов был продиктован следующими соображениями: прежде всего, подбирались ППП максимально отличные по начальной таксационной структуре, типу леса, учитывалась история ППП, в частности проведение в них опытных рубок, а также наличие участков ранее пройденные огнем лесного пожара. Анализ таксационной характе-

ристики древостоев и нижних ярусов растительности, произраставших до лесного пожара, на выбранных объектах приводился ранее в главе 4.

По нашим данным за последнее 5 лет высота валежа на территории гари уменьшилась в среднем на 1 м, главным образом за счет облома сухих ветвей крон поваленных деревьев, а также за счет проседания стволов деревьев под тяжестью собственной массы и в результате деструктивных процессов в древесине. Сплошной пересчет КДО, с последующим установлением его запаса на выбранных ППП, проводился спустя 7 лет после пожара. При этом сухостой и немногочисленные живые деревья учитывались отдельно, а стадии деструкции определялись исключительно для валежа. Данные о запасах на ППП представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4. – Распределение количества и запаса КДО на ППП

№ ППП	Количество, экз./га			Запас, м ³ /га		
	валеж	сухостой	итого КДО	валеж	сухостой	итого КДО
003	1771	43	1814	69,56	1,68	71,23
008	1309	145	1455	67,57	4,91	72,26
011А	1400	78	1478	57,23	1,69	58,92
011В	556	700	1256	15,33	37,10	52,43
011С	1044	0	1044	44,33	0	44,33

Наибольший запас КДО из исследуемых объектов сосредоточен на ППП 008 (72,26 м³/га), большая часть его представлена валежом. Практически на всех ППП отмечено наличие сухостоя (исключение ППП 011С), количество которого варьирует от 43 до 700 экз./га, а по запасу от 1,68 до 37,10 м³/га.

Остается неизученным вопрос о необходимости оставления КДО на территории гари и влияния их на восстановительные сукцессии. По имеющимся в научной литературе данным, было отмечено, что после рубок на олиготрофных почвах следует КДО оставлять, чтобы избежать истощения почв калием (Sarkkola et al., 2016). В свою очередь другие ученые указывают, на то, что в долгосрочной перспективе, оставленный КДО не является надежным гарантом запаса питательных веществ (Pearson et al., 2017). Общеизвестно, что разложе-

ние древесины до состояния доступной для питания растений формы представляет собой длительный процесс, в динамике которого условно можно выделить несколько стадий. Каждая стадия имеет свои временные рамки, а их длительность в основном определяется влиянием внешних факторов среды. В условиях валежной гари на седьмой год после пожара распределение КДО по стадиям деструкции выглядит следующим образом (таблица 7.5).

Таблица 7.5. – Распределение по стадиям деструкции КДО спустя 7 лет после пожара, экз./га / %

№ ППП	Стадии деструкции				Среднее значение стадии деструкции
	2	3	4	итого	
003	<u>743</u> 41,9	<u>829</u> 46,8	<u>200</u> 11,3	<u>1771</u> 100	2,7
008	<u>891</u> 68,1	<u>382</u> 29,2	<u>36</u> 2,8	<u>1309</u> 100	2,3
011А	<u>0</u> 0,0	<u>1356</u> 96,8	<u>44</u> 3,2	<u>1400</u> 100	3,0
011В	<u>22</u> 4,0	<u>444</u> 80,0	<u>89</u> 16,0	<u>556</u> 100	3,1
011С	<u>0</u> 0,0	<u>978</u> 92,6	<u>78</u> 7,4	<u>1056</u> 100	3,1

Согласно данным таблицы 7.5 можно констатировать, что среднее значение показателя стадии деструкции различно для каждой ППП и находится в пределах от 2,3 до 3,1. Такую неравномерность разложения древесины по площади можно объяснить различием в начальной таксационной структуре древостоя, а также интенсивностью горения на отдельных участках (высота нагара на деревьях варьировала от 0,7 до 2,13 м). Также можно отметить, что в насаждениях, где до пожара были проведены опытные рубки, абсолютное большинство валежа проходит 3 стадию разложения (80,0-96,8%), а часть из них, в основном тонкомерные КДО, представлены 4 стадией деструкции (3,2-16,0% от общего количества валежа). На участках, где рубки не проводились, от 41,9 до 68,1% всего валежа находится на 2 стадии деструкции.

Таким образом, можно предположить, что первая стадия деструкции для большинства КДО сохранялась первые 2-3 года после пожара. Переход на вторую и третью стадии приходится на 4-5 год и 6-7 год после пожара, соответственно. Однако это весьма условные временные рамки. На самом деле динамика разложения древесины определяется многими факторами, среди которых размер КДО, местоположение, влажность и степень «изъеденности» вторичными вредителями леса и другие. Так, например, КДО, которые имеют непосредственный контакт с почвой или участками воды разлагаются быстрее, они уже на 7 год после пожара относятся к 4 стадии деструкции. Однако разные участки КДО могут иметь разные стадии разложения. Как было отмечено ранее, активным деструктивным процессам способствует и деятельность насекомых. Общеизвестно, что территория гари является временным очагом стволовых вредителей. Поскольку пожар произошел осенью, то постепенное заселение гари вторичными вредителями леса началось с весны следующего года и достигло своего максимума на 3-4 год после пожара. Первыми поселились короеды – типичные вредители сосны обыкновенной. Следы их присутствия представлены более чем на 60% валежной древесины (рисунке 7.6) (Ижевский и др., 2005).



Рис. 7.6. Старые ходы личинок короедов на валежной древесине сосны спустя 6 лет после пожара (1 – ходы большого соснового лубоеда (*Tomicus piniperda* L.); 2 – ходы короеда типографа (*Ips typographus* L.)

Сопровождающиеся изменения в состоянии древесины можно отметить визуально появлением плодовых тел грибов на стволах отдельных деревьев и

валежа (рисунок 7.7), отсутствием коры и разложение верхних слоев древесины.



Рис. 7.7. Плодовые тела на сухостойной и валежной древесине сосны обыкновенной (1 – дихомитус грязноватый (*Dichomitus squalens*); 2 – трутовик окаймленный (*Fomitopsis pinicola* (Fr.) Karst.))

Единично спустя 7 лет после пожара на территории гари еще встречаются насекомые-ксилофаги, в частности черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis* Ol.) (Ильинский, 1962). К сожалению, конкретных исследований по динамике численности вторичных вредителей леса ранее не проводились. Данный вопрос также не являлся целью нашего исследования, однако не исключаем, что в дальнейшем ему следует уделить внимание, поскольку вторичные вредители леса при увеличении их численности несут в себе угрозу для незатронутой пожаром части насаждений. Так, например, черный сосновый усач является не только техническим вредителем стволовой древесины, но и известен как переносчик спор гриба (*Ceratocystis spp.*), вызывающего заболевание синева древесины, а также переносчик сосновой стволовой нематоды (*Bursaphelenchus xylophilus*) – опасный возбудитель заболеваний хвойных пород, приводящий к увяданию и побурению хвои с последующей гибелью всего дерева (Карагаева, 2011).

Повреждение корневой системы огнем лесного пожара, а также повышение уровня грунтовых вод в результате вторичного заболачивания территории гари приводит к усыханию деревьев по корневому типу. Крона при таком типе усыхания, как правило, остается зеленой еще долгое время, а заселение насекомыми отмечается лишь в нижней и средней части ствола. Часть таких деревьев сохранилась на ППП 011В, где до пожара были проведены ДВР интенсивностью 43,0% по запасу. Оставшийся древостой на данный момент имеет запас 42,64 м³/ га, при общем количестве деревьев чуть более 500 экз./га (таблица 7.6).

Таблица 7.6. – Таксационные показатели древостоя ППП 011В спустя 7 лет после пожара

Возраст, лет	Состав	Средние		Относительная полнота	Густота, тыс. экз./га	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
150	10С	15,4	10,1	0,31	0,533	42,64
	С _{сух.}	11,2	9,5		0,70	37,10

Ко времени учета на секции А ППП 011 сохранился лишь сухостой сосны, количество которого не превышает 78 экз./га, при среднем диаметре 9,5 см, а средней высоте 8,0 м, в то время как на секции С (контроль) сухостойных и живых деревьев отмечено не было. Распределение по ступеням толщины сухостоя и живых деревьев приведено в таблице 7.7. Данные таблицы 7.7 указывают на то, что большая часть живых деревьев сосредоточена в ступенях толщины 14 и 16 см. Из числа валежной древесины на указанные ступени приходится 1,4 и 2,9% от их общего количества. Основную долю валежа (60,0%) составляют деревья со ступенями толщины 4, 6 и 8 см. Поэтому можно отметить, что на ППП 011В устойчивость деревьев к пожару прямо пропорциональна величине их диаметра.

Таблица 7.7. – Распределение по ступеням толщины деревьев и сухостоя на ППП 011 спустя 7 лет после пожара, экз. / %

Секция	Порода	Ступени толщины, см											
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	26	Итого
A	C _{сух.}	<u>1</u> 14,3	<u>1</u> 14,3	<u>2</u> 28,6	<u>2</u> 28,6	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 14,3	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>7</u> 100
B	C	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 2,1	<u>6</u> 12,5	<u>4</u> 8,3	<u>12</u> 25,0	<u>14</u> 29,2	<u>6</u> 12,5	<u>4</u> 8,3	<u>0</u> 0,0	<u>1</u> 2,1	<u>48</u> 100
	C _{сух.}	<u>3</u> 4,8	<u>8</u> 12,7	<u>10</u> 15,9	<u>15</u> 23,8	<u>13</u> 20,6	<u>6</u> 9,5	<u>6</u> 9,5	<u>1</u> 1,6	<u>0</u> 0	<u>1</u> 1,6	<u>0</u> 0	<u>63</u> 100

7.3. Динамика последующего возобновления

Восстановительные сукцессии после пожара на торфяных почвах в настоящее время изучены не достаточно (Арцыбашев, 2004; Кочубей, 2017). Специфика последующего лесовозобновления на валежной гари осушаемого олиготрофного болота в условиях Среднего Урала и вовсе не изучена. Однако данный вопрос является ключевым в ведении лесного хозяйства, в формировании высокопродуктивных насаждений благодаря своевременным и грамотно подобранным мерам по восстановлению данных территорий. Последнее обстоятельство и определило наш научный интерес к изучению данной проблемы. Выполненные исследования затрагивают ранние стадии восстановительной сукцессии (5-7-летний послепожарный период). Очевидно, что лесные пожары несут в себе как отрицательные, так и положительные моменты. К негативным последствиям можно отнести уничтожение древесной растительности и ЖНП, снижение эвапотранспирации, и вследствие этого появление признаков начальной стадии заболачивания территории, изменение внешнего облика ландшафта и микроклимата, а также всех компонентов лесного биогеоценоза. Помимо негативных моментов, в результате пожара происходит обогащение верховых торфов зольными элементами. Создаются благоприятные условия для возобновления хозяйственно ценными породами в результате отсутствия конкурен-

ции со стороны материнского древостоя, а в первые два года и со стороны ЖНП. В то время как в ненарушенных огнем насаждениях, обеспеченность хвойным подростом не всегда является удовлетворительной (Чиндяев и др., 2008), а в окнах формируется угнетенный, разновозрастный древостой (Пьявченко, 1963). Характеристика возобновления до пожара была приведена на основании данных ученых кафедры лесоводства в главе 4.

По данным В.З. Вайнблат и В.М. Медведевой (1982), А.С. Чиндяева (2004) строгой зависимости густоты возобновления под пологом материнского древостоя от расстояния до осушителя на осушаемых переходных и низинных болотах нет. Подобной закономерности не наблюдается и при возобновлении гари на 6 год после пожара (таблица 7.8). Корреляционный анализ показал, что изменение расстояния до магистрального канала существенно не сказывается на количестве жизнеспособного хвойного подроста, в большинстве случаев теснота связи слабая ($r < 0,55$), недостоверная.

Изучение пространственного размещения всходов, подроста было произведено на 6 год после пожара. Результаты этого исследования наглядно представлены на рисунках 7.9-7.11. На 2016 г. гарь характеризуется активным семенным возобновлением мелколиственных пород, количество которого практически на всех ППП максимально (более 5,0 тыс. экз./га) в непосредственной близости от осушительных каналов, а на ППП 011 (рисунок 7.11) береза обильно представлена на секциях В и С, расположенных в центре межканального пространства (рисунок 7.8).



Рис. 7.8. Подрост березы на ППП 011В спустя 6 лет после пожара

Таблица 7.8. – Показатели связи количества всходов и подроста с расстоянием до магистрального канала

№ ППП	Статистические параметры	Всходы			Подрост		Нежизнеспособный подрост		
		Порода						С	Б
		С	Б	Ос	С	Б			
003	r	-0,12	-0,71	-	0,71	-0,71	-0,64	-	
	t	0,32	1,54	-	3,70	1,53	1,41	-	
	t _{0,05}	2,31	2,31	-	2,31	2,31	2,31	-	
004	r	-0,11	0,13	-	0,52	0,43	0,07	-0,30	
	t	0,41	0,57	-	2,99	2,30	0,28	1,06	
	t _{0,05}	2,12	2,12	-	2,12	2,12	2,12	2,12	
007	r	-	0,31	-0,29	0,17	-0,24	-0,46	-	
	t	-	1,22	0,84	0,62	0,72	1,26	-	
	t _{0,05}	-	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	-	
008	r	-	-0,61	0,72	0,26	-0,21	0,33	-	
	t	-	1,44	4,03	0,90	0,57	1,22	-	
	t _{0,05}	-	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	-	
011A	r	-	0,28	-1,00	-0,65	0,96	0,19	-	
	t	-	0,87	1,87	1,35	13,05	0,56	-	
	t _{0,05}	-	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	-	
011B	r	-	0,33	-	0,03	0,89	1,00	-	
	t	-	1,06	-	0,08	7,28	74,51	-	
	t _{0,05}	-	2,37	-	2,37	2,37	2,37	-	
011C	r	-	-0,98	-	0,87	-0,99	0,31	-	
	t	-	1,85	-	6,26	1,86	0,97	-	
	t _{0,05}	-	2,37	-	2,37	2,37	2,37	-	

Если обратить внимание на данные о количестве и пространственном размещении нежизнеспособного подроста, приведённых в рисунках 7.9 и 7.10, то можно сделать вывод, что первые 5 лет послепожарной сукцессии естественное лесосозобновление протекало с преобладанием хвойным пород и характеризовалось как успешное, а его пространственное размещение было равномерным. Такая пирогенная вспышка численности подроста сосны, которая наблюдалась в первые пять лет после пожара, с последующим резким снижением численности и выживаемости подроста отмечена и в работе Г.Е. Комина (1967а).

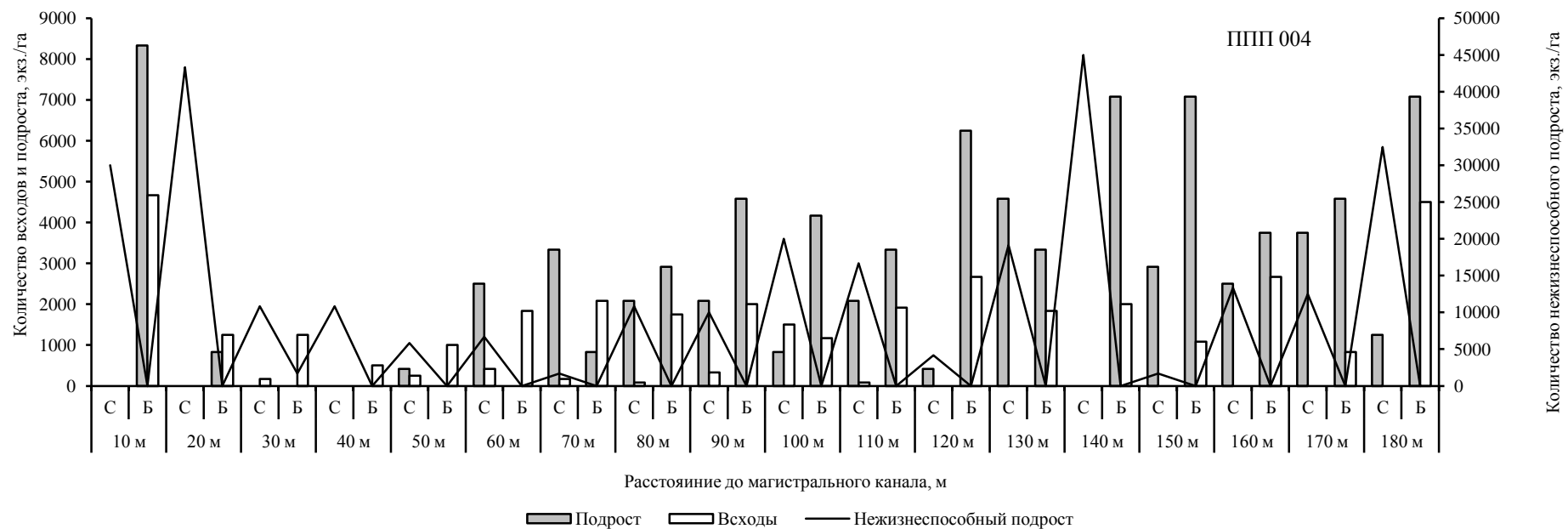
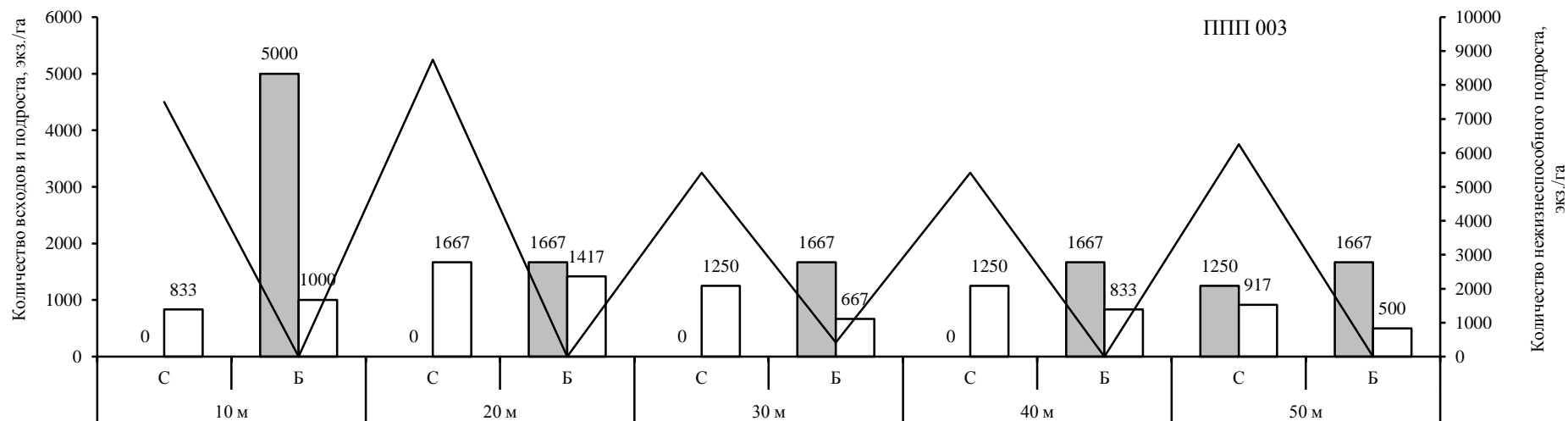


Рис. 7.9. Количество подроста и всходов в зависимости от расстояния до магистрального канала на ППП 003 и 004

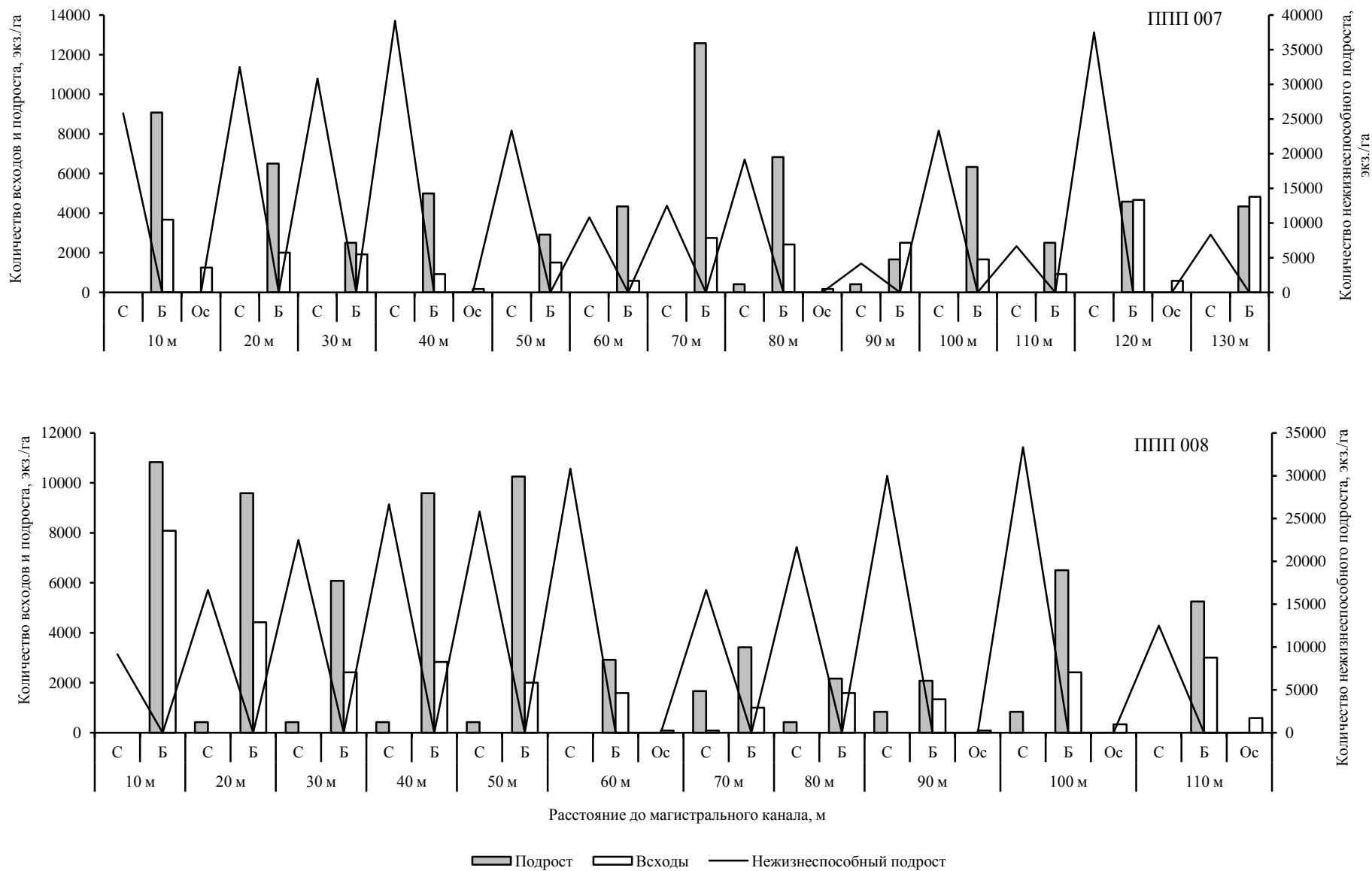


Рис. 7.10. Количество подроста и всходов в зависимости от расстояния до магистрального канала на ППП 007 и 008

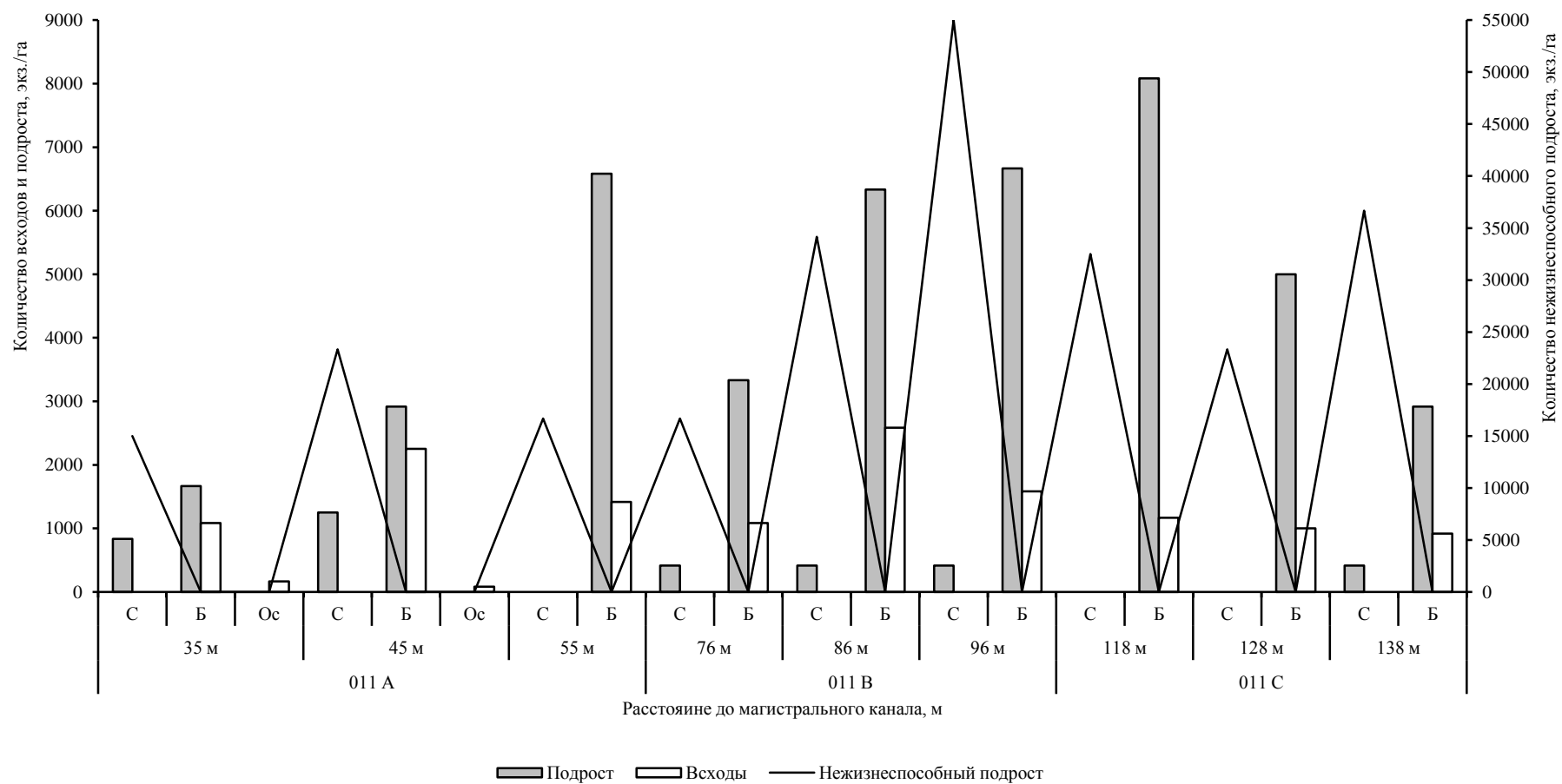


Рис. 7.11. Количество подроста и всходов в зависимости от расстояния до магистрального канала на секциях ПП 011

На шестой год после пожара процесс усыхания подроста сосны активно протекает в приканальной полосе шириной 20 м (ППП 003 и 004) и 60 м (ППП 007 и 008) (рисунок 7.12).



Рис. 7.12. Массовое усыхание подроста сосны спустя 6 лет после пожара

Анализ количественной характеристики жизнеспособного хвойного подроста показал, что данный показатель сильно варьирует по годам на всех ППП. Исходя из данных таблицы 10, спустя 5 лет после пожара возобновление протекало за счет подроста березы и сосны с абсолютным преобладанием последнего, его максимум зафиксирован на ППП 003, 011В и 004 (от 26,8 до 29,9 тыс. экз./га). Подрост березы характеризуется семенным происхождением, представлен на всех ППП в количестве от 2,5 до 15,0 тыс. экз./га.

Такое обильное (таблица 7.9) и равномерное (таблица 7.10) заселение площади подростом произошло во многом благодаря разлету семян от стен леса, окружающих территорию гари, а также за счет отдельно сохранившихся живых деревьев внутри самой гари. В виду отсутствия в первый год ЖНП семена в большом количестве беспрепятственно проникали в почву, создавая почвенный резерв семян, а также прорастая в последующие годы. Не случайно большое количество хвойного подроста представлено на указанных выше ППП, поскольку они расположены параллельно стене соснового леса на расстоянии в 20-60 м. Что касается ППП 011В, то там, как уже было сказано в разделе 7.2 настоящей главы, сохранились деревья с живыми кронами.

Таблица 7.9. – Состояние естественного возобновления в зависимости от давности лесного пожара, экз./га / %

ППП №	Состав по породам	Входы	Группа возраста, лет						Итого подрост, экз./га	Нежизнеспособный, экз./га
			Самосев			6 -10				
			Группа высот, м							
			до 0,5	0,6-1,5	более 1,5	до 0,5	0,6-1,5	более 1,5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Спустя 5 лет после пожара										
003	7С	250	$\frac{28438}{100}$	-	-	-	-	-	$\frac{28438}{100}$	35625
	3Б	-	$\frac{15000}{100}$	-	-	-	-	-	$\frac{15000}{100}$	8125
004	9С	-	$\frac{26875}{100}$	-	-	-	-	-	$\frac{26875}{100}$	53125
	1Б	-	$\frac{2500}{100}$	-	-	-	-	-	$\frac{2500}{100}$	-
007	Нет данных									
008	Нет данных									
011А	3С	-	$\frac{3175}{100}$	-	-	-	-	-	$\frac{3175}{100}$	-
	7Б	-	-	-	$\frac{7575}{100}$	-	-	-	$\frac{7575}{100}$	-
011В	8С	-	$\frac{29875}{100}$	-	-	-	-	-	$\frac{29875}{100}$	91875
	2Б	-	$\frac{2750}{30,1}$	$\frac{6400}{69,9}$	-	-	-	-	$\frac{9150}{100}$	5625
011С	7С	-	$\frac{18250}{100}$	-	-	-	-	-	$\frac{18250}{100}$	38125
	3Б	-	$\frac{3625}{58,2}$	$\frac{2600}{41,8}$	-	-	-	-	$\frac{6225}{100}$	11875
Спустя 7 лет после пожара										
003	4С	100	$\frac{5000}{80,6}$	$\frac{1200}{19,4}$	-	-	-	-	$\frac{6200}{100}$	13500
	5Б	450	$\frac{1250}{18,0}$	$\frac{4500}{64,7}$	$\frac{1200}{17,3}$	-	-	-	$\frac{6950}{100,0}$	6950
	10с	1050	$\frac{750}{65,2}$	$\frac{400}{34,8}$	-	-	-	-	$\frac{1150}{100,0}$	1150
004	5С	400	$\frac{6833}{78,5}$	$\frac{1867}{21,5}$	-	-	-	-	$\frac{8700}{100}$	13000
	4Б	2133	$\frac{3000}{49,7}$	$\frac{1333}{22,1}$	$\frac{833}{13,8}$	$\frac{533}{8,8}$	$\frac{333}{5,5}$	-	$\frac{6032}{100,0}$	2000
	10с	1700	$\frac{600}{88,2}$	$\frac{800}{11,8}$	-	-	-	-	$\frac{1400}{100,0}$	-

Окончание табл. 7.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
007	1С	-	<u>640</u> 100,0	-	-	-	-	-	<u>640</u> 100,0	21090
	9Б	2276	<u>3526</u> 66,3	<u>1282</u> 24,1	<u>513</u> 9,6	-	-	-	<u>5321</u> 100,0	-
	Ос	1050	-	-	-	-	-	-	-	-
008	2С	167	<u>3333</u> 56,5	<u>1867</u> 31,6	-	<u>167</u> 2,8	<u>533</u> 9,0	-	<u>5900</u> 100,0	41667
	7Б	400	<u>5000</u> 30,1	<u>6133</u> 36,9	-	-	<u>800</u> 4,8	<u>4667</u> 28,1	<u>16600</u> 100,0	6950
	1Ос	2467	<u>2433</u> 100,0	-	-	-	-	-	<u>2433</u> 100,0	1150
011А	6С	50	<u>3000</u> 36,6	<u>5200</u> 63,4	-	-	-	-	<u>8200</u> 100,0	10000
	3Б	100	<u>1750</u> 37,6	<u>2400</u> 51,6	-	<u>500</u> 10,8	-	-	<u>4650</u> 100,0	-
	1Ос	1050	<u>2500</u> 75,8	<u>800</u> 24,2	-	-	-	-	<u>3300</u> 100,0	-
011В	1С	-	<u>417</u> 100,0	-	-	-	-	-	<u>417</u> 100,0	35278
	9Б	1750	<u>4444</u> 81,6	<u>444</u> 8,2	<u>556</u> 10,2	-	-	-	<u>5444</u> 100,0	-
011С	6С	271	<u>1563</u> 59,0	<u>667</u> 25,2	-	<u>417</u> 15,8	-	-	<u>2647</u> 100,0	1438
	4Б	229	<u>417</u> 26,3	<u>167</u> 10,5	-	-	<u>1000</u> 63,1	-	<u>1584</u> 100,0	208
	ед. Ос	-	<u>104</u> 100,0	-	-	-	-	-	<u>104</u> 100,0	-

Спустя 7 лет после пожара отмечено появление в составе подроста осины в количестве от 0,1 до 3,3 тыс. экз./га. Изменилась и формула состава подроста по сравнению с первым пятилетием. На долю хвойного подроста приходится от 1 (на ППП 11В) до 6 (на ППП 011С) единиц состава. Подрост сосны продолжает активно усыхать, о чем свидетельствуют данные в столбце нежизнеспособный подрост таблицы 7.9. Причинами последнего является разрастание мохового яруса, неблагоприятный водный режим и открытость территории холодным потокам воздуха. Жизнеспособный подрост во многом приурочен к повышенным формам микрорельефа (рисунок 7.13, п. 1).

Помимо тенденции количественного доминирования подроста березы над сосной, проявляются и биологические особенности лиственных пород, позволявшие значительно обгонять сосну в росте, что наглядно проявляется при распределении подроста по группам высот. Следует отметить, что хвойный подрост сосредоточен в большинстве своем в первой (до 0,5 м) и второй (0,6-1,5 м) группах, в то время как часть лиственного подроста в аналогичном возрасте уже превышает 1,5 м.



1



2

Рис. 7.13. Жизнеспособный подрост в возрасте 7 лет (1 – сосна; 2 – береза)

Показатель встречаемости, подроста по площади, приведенный в таблице 7.10 указывает, что в первое пятилетие после пожара хвойный подрост на всех ППП имеет 100% распространенность, а лиственный подрост лишь 40-70%. Спустя еще два года картина существенно изменилась, отмечено появление всходов сосны, березы и осины, встречаемость которых варьирует 5-33, 2-41 и 35-56 % соответственно. Заметно снизилась встречаемость хвойного подроста и, наоборот, увеличилось присутствие лиственного. Однако в обоих случаях их

размещение характеризуется как равномерное. Исключение ППП 007, где хвойный подрост представлен неравномерно.

Таблица 7.10. – Показатель встречаемости всходов и подроста спустя 5 и 7 лет после пожара

№ ППП	Встречаемость, %					
	Всходы			Подрост		
	С	Б	Ос	С	Б	Ос
Спустя 5 лет после пожара						
003	10	0	0	100	50	0
004	0	0	0	100	40	0
007	Нет данных					
008						
011А	0	0	0	100	40	0
011В	0	0	0	100	70	0
011С	0	0	0	100	70	0
Спустя 7 лет после пожара						
003	10	30	45	85	75	15
004	33	26	56	77	43	56
007	0	10	0	40	90	0
008	10	2	56	87	90	80
011А	5	10	35	75	50	25
011В	0	10	0	100	100	10
011С	33	41	0	100	83	8

Научное и практическое значение представляют особенности биометрического строения соснового подроста (таблица 7.11). Установлено, что для подроста разных лет показатель варьирования длины корневой системы всегда выше ($V=25,6-32,6\%$), по сравнению с надземной частью ($V=16,6-26,6\%$). Средняя длина главного корня варьирует от $9,41\pm 0,5$ (подрост 7 лет) до $9,92\pm 1,48$ см (подрост 5 лет). Также следует отметить сильную изменчивость средней массы подроста, максимум которой отмечен у экземпляров 6 лет – $3,63\pm 0,58$ г, при $V=76,53\%$ и $P=15,96\%$.

Таблица 7.11. – Основные параметры подростка сосны в возрасте 5, 6 и 7 лет

Статистические параметры	Масса, г	Длина, см			Текущий прирост, год							Диаметр шейки корня, мм
		общая	надземная	корень	1	2	3	4	5	6	7	
Подрост 5 лет												
M	2,42	33,42	23,50	9,92	6,20	5,05	6,27	1,52	4,45	-	-	3,10
σ	1,19	4,09	3,90	2,96	1,62	0,97	1,61	1,08	1,54	-	-	0,88
V	49,13	12,25	16,60	29,81	26,17	19,23	25,63	70,96	34,55	-	-	28,49
mM	0,59	2,05	1,95	1,48	0,81	0,49	0,80	0,54	0,77	-	-	0,44
P	24,56	6,12	8,30	14,90	13,09	9,62	12,82	35,48	17,27	-	-	14,24
t	4,07	16,33	12,05	6,71	7,64	10,40	7,80	2,82	5,79	-	-	7,02
Подрост 6 лет												
M	3,63	34,87	25,34	9,63	5,87	6,03	4,89	3,01	2,98	2,56	-	3,79
σ	2,78	10,26	6,74	3,14	3,39	3,29	2,81	1,34	1,56	1,45	-	0,93
V	76,53	29,42	26,60	32,63	57,67	54,53	57,43	44,46	52,44	56,49	-	24,64
mM	0,58	2,14	1,41	0,66	0,71	0,69	0,59	0,28	0,33	0,30	-	0,19
P	15,96	6,13	5,55	6,80	12,03	11,37	11,98	9,27	10,93	11,78	-	5,14
t	6,27	16,30	18,03	14,70	8,32	8,79	8,35	10,79	9,14	8,49	-	19,47
Подрост 7 лет												
M	3,60	41,62	32,21	9,41	3,52	8,18	6,30	5,23	3,21	2,89	2,89	3,81
σ	1,70	6,83	6,68	2,41	1,74	3,64	3,10	2,26	1,47	1,22	1,56	0,76
V	47,17	16,41	20,72	25,60	49,32	44,48	49,26	43,22	45,72	42,29	53,90	19,91
mM	0,35	1,42	1,39	0,50	0,36	0,76	0,65	0,47	0,31	0,25	0,32	0,16
P	9,83	3,42	4,32	5,34	10,28	9,27	10,27	9,01	9,53	8,82	11,24	4,15
t	10,17	29,23	23,14	18,73	9,72	10,78	9,74	11,10	10,49	11,34	8,90	24,09

Соотношение фитомассы надземной и подземной части подроста выглядит следующим образом: 86,4 и 13,6%, 83,7 и 16,3% и 90,8 и 9,2% у подроста 5, 6 и 7 лет соответственно. При этом доля фитомассы в абсолютно сухом состоянии у надземной части увеличивается с возрастом подроста (42,1% – пятилетний подрост, 43,8% – 6 лет и 46,9% – 7 лет). Обращая внимание на прирост первого года, можно сделать вывод, что его скорость роста зависела от развития ЖНП, а именно разрастания мохового покрова. Так, например, у подроста возраста 7 лет прирост первого года (который приходился на второй год восстановительной сукцессии, где высота мха не превышала 4 см), составлял в среднем $3,52 \pm 0,36$ см (при $V=25,60\%$), а у подроста 6 и 5 лет аналогичный показатель находился на уровне $5,87 \pm 0,71$ см ($V=32,63\%$) и $6,20 \pm 0,81$ см ($V=29,28\%$) соответственно. Полученные экспериментальные значения по приростам разных лет, приведенные в таблице 7.11 указывают на его снижение с возрастом у экземпляров 6 и 7 лет. Для данного подроста величина прироста текущего года не превышает 2,89 см, а его максимум приходится на второй год жизни ($6,03 \pm 0,69$ и $8,18 \pm 0,76$ см). На рисунке 7.14 наглядно показан внешний вид подроста сосны разных лет, а также соотношение надземной и подземных его частей.

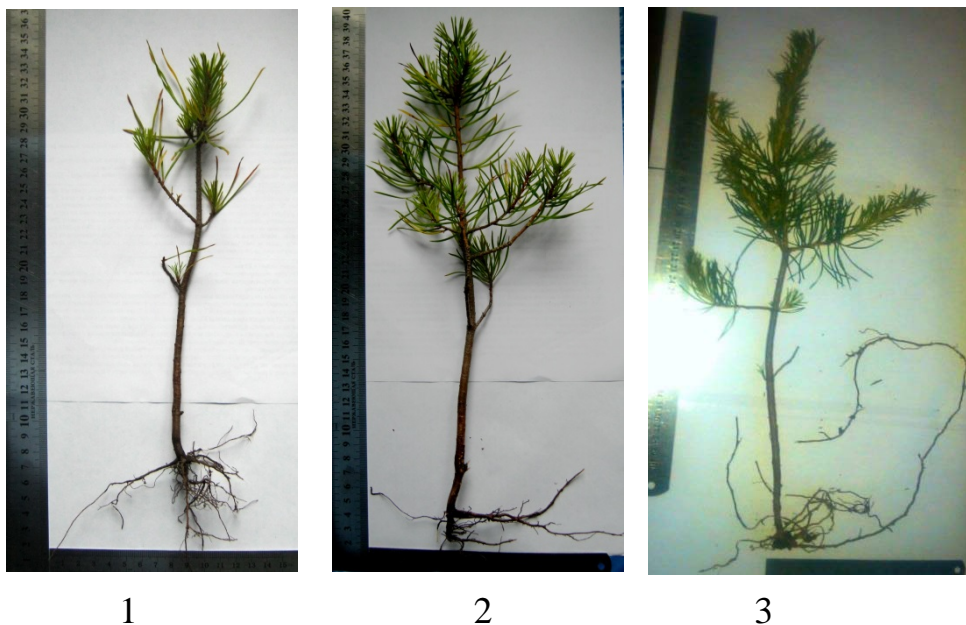


Рис. 7.14 Внешний вид подроста сосны (1 – 5 лет; 2 – 6 лет; 3 – 7 лет)

Одним из признаков жизнеспособности подроста на ранней стадии онтогенеза служит состояние ассимиляционного аппарата, по характеристикам которого можно оценить и спрогнозировать его дальнейшее развитие.

В научной литературе встречаются данные о влиянии удаленности осушительных каналов на параметры ассимиляционного аппарата подростка сосны (Феклистов, Тюкавина, 2014). Проведенный в предыдущем разделе анализ пространственного размещения подростка сосны по площади гари показал, что подобные исследования на данном этапе сукцессии не целесообразны в виду отсутствия значимой связи роста подростка от действия осушительной системы и нестабильностью признаков характера устойчивого возобновления.

Важными диагностическими признаками для характеристики ассимиляционного аппарата являются длина и ширина хвои, которые имеют значительную изменчивость по годам. Сравнительный анализ хвои прошлого и текущего года происхождения показал, что хвоя текущего года по всем показателям уступает, хвое прошлого года (таблица 7.12).

Таблица 7.12. – Общие параметры хвои подростка сосны

Параметры		Ед. изм.	Возраст подростка, лет					
			5		6		7	
			2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.
Средние значения одной хвоинки	длина	мм	27,48 ±0,39	33,12 ±1,56	37,85 ±0,49	38,81 ±0,77	34,94 ±0,70	37,82 ±0,77
	ширина	мм	1,07 ±0,01	1,22 ±0,02	1,14 ±0,01	1,23 ±0,02	1,11 ±0,01	1,27 ±0,02
	толщина	мм	0,44 ±0,01	0,46 ±0,01	0,47 ±0,01	0,53 ±0,01	0,50 ±0,01	0,49 ±0,01
	площадь	мм ²	69,02 ±1,30	94,41 ±3,84	100,96 ±1,39	117,31 ±4,35	96,21 ±2,86	110,98 ±3,33
	масса	г	0,0115	0,0117	0,0125	0,0162	0,0127	0,0153
Сумма площадей поверхности 100 хвоинок		мм ²	6902,2	9441,3	10095,7	11731,5	9621	11097,8
Масса 100 пар хвоинок (сырая / абсолютно сухая)		г	<u>2,30</u> 0,98	<u>2,33</u> 1,21	<u>2,50</u> 1,06	<u>3,23</u> 1,56	<u>2,35</u> 1,02	<u>3,05</u> 1,48
Влажность хвои		%	57,4	48,1	57,6	51,7	56,6	51,5
Средняя охвоенность побега на 2 см побега		шт.	24±4	18±2	33±2	27±2	33±3	33±3
Средняя продолжительность жизни хвои		лет	2		2		2	

Средняя минимальная длина хвои в 1,2 раза меньше средней максимальной у подростка 5 лет. С увеличением возраста хвои, показатель влажности снижается, разница между влажностью хвои текущего и предыдущего года варьирует от 5,1 до 9,3%, причем с возрастом подростка это расхождение нивелируется. Иными словами, значение влажности хвои имеет тенденцию снижения по мере увеличения возраста (Нагимов, 2000; Феклистов, Тюкавина, 2014). Уменьшение влажности хвои указывает на снижение ее физиологической активности и свидетельствует о ее скором опадении. Тем более что продолжительность жизни хвои у подростка 5-7 лет, по нашим данным, не превышает 2 лет. Чем больше параметры хвои, тем меньше охвоенность побега справедливо лишь для подростка 5-6 лет, а в возрасте 7 лет показатель охвоенности остается неизменным.

Статистические параметры хвои сосны подростка разных лет приведены в таблице 7.13. Средний коэффициент изменчивости ширины хвоинки разных лет варьирует от 7,27 до 19,40%, при средней ширине от $1,07 \pm 0,01$ до $1,27 \pm 0,02$ мм. А аналогичный показатель для толщины хвои находится в пределах от 12,45 до 22,96% и $0,44 \pm 0,01$ и $0,53 \pm 0,01$ соответственно. Наибольшая изменчивость отмечена у длины и площади средней хвоинки (таблица 7.13). Для первого показателя средний коэффициент изменчивости встречается как 13,05 (хвоя текущего года подростка 6 лет), так и 37,34% (хвоя прошлого года подростка 5 лет). Вполне логично, что максимум (40,66%) и минимум (13,81%) коэффициента изменчивости площади хвои совпадают для аналогичной хвои подростка, указанного при характеристике показателя его длины.

Общеизвестно, что глубину проникновения стрелковидных корней лимитирует уровень положения ПГВ и возраст подростка. Корневая система сосны очень пластична, обладает высокой степенью приспособления к неблагоприятным условиям среды, в частности в условиях избыточного увлажнения стрелковидной корень прекращает развитие и отмирает, а при недостаточном дренаже при достижении почвенного горизонта с высоким уровнем ПГВ резко меняет ориентацию роста с вертикального на горизонтальную.

Таблица 7.13. – Статистические параметры хвои подроста сосны

Статистические показатели	Параметры хвои, мм							
	длина		ширина		толщина		площадь	
	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
Подрост 5 лет								
M	33,12	27,48	1,22	1,07	0,46	0,44	94,41	69,02
σ	12,37	3,93	0,13	0,11	0,09	0,07	38,39	13,02
V	37,34	14,32	10,86	10,24	20,35	15,21	40,66	18,86
mM	1,56	0,39	0,02	0,01	0,01	0,01	3,84	1,30
P	4,70	1,43	1,37	1,02	2,56	1,52	4,07	1,89
t	21,26	69,83	73,07	97,69	39,00	65,76	24,59	53,02
Подрост 6 лет								
M	38,81	37,85	1,23	1,14	0,53	0,47	117,31	100,96
σ	7,70	4,94	0,24	0,08	0,12	0,06	43,47	13,94
V	19,83	13,05	19,40	7,27	22,96	12,45	37,06	13,81
mM	0,77	0,49	0,02	0,01	0,01	0,01	4,35	1,39
P	1,98	1,30	1,94	0,73	2,30	1,24	3,71	1,38
t	50,43	76,65	51,55	137,59	43,55	80,34	26,99	72,41
Подрост 7 лет								
M	37,82	34,94	1,27	1,11	0,49	0,50	110,98	96,21
σ	7,73	7,04	0,16	0,13	0,08	0,08	33,32	28,65
V	20,45	20,15	12,83	11,47	16,09	15,41	30,03	29,78
mM	0,77	0,70	0,02	0,01	0,01	0,01	3,33	2,86
P	2,05	2,01	1,28	1,15	1,61	1,54	3,00	2,98
t	48,90	49,63	77,97	87,19	62,16	64,91	33,30	33,58

По нашим данным, вследствие пожара отмечены ранние стадии заболачивания территории. Повышенная обводненность сохраняется даже при среднем уровне поступления атмосферных осадков. В местах вывала корневых систем и в пониженных формах микрорельефа зеркало воды выходит на поверхность.

Различные деформации корневых систем, особенно в первые годы жизни подроста, существенно снижают ростовые процессы и его развитие в целом. Чем больше загиб, тем больше отставание в развитии (Незабудкин, 1939). Из выбранных опытных экземпляров пример загиба корня у подроста 6 лет приведен на рисунке 7.15 п.1. Можно предположить, что такой загиб был вызван вследствие наличия препятствия на пути прорастания главного корня.



Рис. 7.15. Деформация стержневого корня подростка сосны

(1 – загиб главного корня; 2 и 3 – тип корневой системы «В» по классификации С.Э. Вомперского (1968))

Данный подросток характеризовался заметным сниженным текущим приростом побега по сравнению с аналогичным по возрасту подростом, но без деформации корневой системы. Для подростка на гари в условиях повышенной обводненности прослеживается тенденция формирования «болотного» типа корневой системы, при котором главный корень (стержневой) редуцирован и хорошо развиты боковые корни. Иными словами развивается поверхностная корневая система, где на данный момент основная масса всех корней сосредоточена в 5 см почвенном горизонте. Основные характеристики корневой системы приведены в таблице 7.14.

Максимальное количество боковых корней отмечено у 7-летнего подростка (11 шт.), а больший размах их длины – у 6-летнего подростка (от 2,1 до 23,0 см). Фитомасса корневой системы одного подростка в естественном состоянии варьирует в пределах от 0,36 до 0,85 г, а содержание гигроскопической влаги в них не превышает 25-31,8% общей массы (таблица 7.14).

Таблица 7.14. – Характеристика корневой системы подроста

Параметры	Ед. изм.	Возраст подроста, лет		
		5	6	7
Средняя длина стержневого корня	см	9,92	9,63	9,41
Количество боковых корней (max-min)	шт.	7-4	10-3	11-4
Длина боковых корней (max-min) / среднее значение	см	$\frac{14-3,0}{8,5}$	$\frac{23-2,1}{12,5}$	$\frac{19,2-3,0}{11,1}$
Средняя глубина проникновения основной массы корней	см	4,85±0,98	4,86±1,01	4,91±1,01
Средняя масса корневой системы (в сыром / абсолютно сухом состоянии)	г	$\frac{0,36}{0,27}$	$\frac{0,85}{0,58}$	$\frac{0,37}{0,27}$
Влажность корневой системы	%	25,0	31,8	27,0

Согласно классификации типов корневых систем, развивающихся на осушаемом болоте, С.Э. Вомпреского (1968) форма стержневого корня у абсолютного большинства экземпляров, соответствует типу В (рисунок 7.15), то есть при заглублении до 10 см в почву резко (под углом в 90°) изгибается, принимая горизонтальную ориентацию роста с последующим заметным утончением корня.

7.4. Динамика живого напочвенного покрова

В формировании молодняков на гари уже сейчас можно отметить некоторое расчленение на ярусы. Первый ярус занимает береза и сосна, ниже в одном ярусе пушица, мелкие кустарнички и полукустарнички, и, наконец, сплошной покров из кукушкиного льна. Все компоненты ярусов находятся в сильной взаимной зависимости, а рисунок размещения видов не остается постоянным во времени, меняются в ходе сукцессии. Элиминация отдельных видов приводит к перестройке размещения видов растительного покрова, неоднородность которого предопределяется также различными экотипическими условиями, в частности особенностями микрорельефа. Наши исследования охватывают 7-летний

период после пожара и направлены на изучение как его последствий, так и собственно хода послепожарных изменений на начальных этапах сукцессии.

Основываясь на данных прошлых лет, которые были подробно изложены в ранее опубликованной работе (Залесов, Тукачева, 2016), а также освещены в главе 4, можно констатировать, что за два года до пожара ЖНП не отличался большим флористическим разнообразием и насчитывал всего 12 видов. В числе которых представители следующих группы: осоковые: пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), осока шаровидная (*Carex globularis* L.); багульник болотный (*Ledum palustre* L.), мирт болотный (*Chamaedaphne caliculata* L.); ягодная группа: морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pres.); группа мхов: плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* L.), сфагнум узколистный (*Sphagnum angustifolium* (Russ.) C. Yens), кукушкин лен (*Pollitrihcum commune* L.). Таким образом, на разных ППП композиционный состав ЖНП включал 7 (ППП 011В), 8 (ППП 004, 007 и 011С) и 9 (ППП 003, 008 и 011А) видов различной степени представленности.

Сравнительный анализ запасов надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии до пожара показал, что в различных типах леса данный показатель нестабилен. Так, например, в насаждениях сосняка багульникового типа леса за 2 года до пожара он находится в пределах от 326,90 (ППП 003) до 467,30 кг/га (ППП 004), причем значительную долю (более 35,0%) от общей фитомассы составляла ягодная группа растений. В сосняке кустарничково-сфагновом, незатронутым опытными рубками, аналогичный показатель варьирует от 493,80 до 641,70 кг/га, а в условиях рубок – от 517,10 до 755,40 кг/га, с абсолютным доминированием по фитомассе ягодных видов (более 45,0% от общей фитомассы ЖНП), что в 2,2-4,5 раза больше по сравнению с участком, где рубки не проводились.

После пожара, в первые 2 года, состав нижних ярусов растительности кардинально изменился в сторону снижения его видового богатства. Иными сло-

вами на всех ППП состав ЖНП стал однообразен. Отмечается появление «странствующих» видов, не характерных для данных условия произрастания. Термин был введен Р. Уиттекером (1980) для характеристики рода *Chamerion*, появляющегося на свежих гарях. Обогащенный верхний горизонт малотрофных верховых торфов зольными элементами, стал благодатной средой для разрастания иван-чая узколистного (*Chamerion angustifolium* L.), о чем свидетельствуют данные в таблицах 7.16 и 7.17 и наглядно представлено на рисунке 7.16.



Рис. 7.16. Иван-чай узколистный (*Chamerion angustifolium* L.) на территории валежной гари спустя 2 года после пожара

Быстрое возобновление одних видов, обильное их разрастание и противостояние высокой конкуренции связано с их биологическими особенностями и генетической программой. Так, например, выдерживать конкуренцию со стороны мохового яруса, ежегодно прирастающего вверх, пушица позволяет особое строение корневищ, расположенных почти вертикально и прирастающих ежегодно синхронно величине прироста мха (Сукачев, 1975). Именно поэтому на шестой год после пожара, несмотря на образовавшийся сплошной покров из мха, пушица по сравнению с другими видами травяно-кустарничкового яруса, продолжает укреплять свое положение в составе ЖНП, увеличивая не только пространственное представительство (встречаемость на отдельных ППП возросла на 60%), но и запас надземной фитомассы (таблица 7.15). На рисунке 7.17 приведен пример разрастания пушицы по всей территории ППП 003 на шестой год после пожара.



Рис. 7.17. Пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.) на ППП 003 спустя 6 лет после пожара

Запасы углерода в лесных насаждениях определяется путем учета их фитомассы. Точность определения фитомассы на различных ППП варьирует от 14,0 до 26,5% (таблица 7.15), что является допустимым при исследовании травяно-кустарничкового яруса (Аткина, 2000).

Таблица 7.15. – Статистические параметры запаса надземной фитомассы ЖНП в естественном состоянии спустя 2 и 6 лет после пожара

№ ППП	Фитомасса одного растения в сыром состоянии, г			V, %	P, %	t _{расч.}	t _{0,05}
	средняя	min	max				
Спустя 2 года после пожара (2012 г.)							
003	37,14±7,74	0,74	114,96	90,8	20,8	15,79	2,09
004	13,07±2,13	0,39	41,59	83	16,3	4,29	2,06
007	28,29±6,99	0,93	185,35	146,2	24,7	14,00	2,03
008	49,94±7,46	6,67	146,2	70,1	14,9	15,13	2,07
011A	33,69±4,72	2,65	79,61	61,0	14,0	9,62	2,09
011B	17,09±3,75	5,59	49,12	72,7	21,9	7,90	2,20
011C	19,01±2,98	2,2	44,75	62,6	15,7	6,12	2,12
Спустя 6 лет после пожара (2016 г.)							
003	62,68±9,20	0,25	231,96	79,1	14,7	18,51	2,04
004	97,87±22,60	1,32	556,3	142,1	22,8	44,47	2,02
007	30,28±5,81	0,53	126,32	103,2	19,2	11,67	2,04
008	62,96±13,72	0,83	268,05	117,4	21,8	27,60	2,04
011A	52,91±12,15	0,87	201,42	133,9	23,0	24,34	2,03
011B	29,07±7,72	2,07	188,5	157,0	26,5	14,60	2,02
011C	70,80±16,6	0,19	290,98	146,8	23,5	33,24	2,02

Согласно данным таблицы 7.15 можно отметить, что средний показатель фитомассы в естественном состоянии на 6 год после пожара увеличился на всех ППП и составляет от $29,07 \pm 7,72$ (на ППП 011В) до $97,87 \pm 22,60$ г (на ППП 004), что превышает аналогичный показатель второго послепожарного года в 1,7 и 7,5 раза соответственно. Достоверность полученных данных (расчетные значения критерия Стьюдента) ($t_{\text{расч.}}$) подтверждается на 0,05 ($t_{0,05}$) уровне значимости. На всех исследуемых ППП $t_{\text{расч.}} > t_{0,05}$.

На начальных этапах послепожарной сукцессии максимальное значение общей надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии было зафиксировано на ППП 011А (1322,50 кг/га) и ППП 008 (1221,81 кг/га). На остальных ППП общая фитомасса не превышает 1000 кг/га и варьирует в широких пределах от 285,54 до 904,82 кг/га (таблица 7.16). Кроме того в составе ЖНП на всех ППП можно выделить трех постоянных представителей: пушицу влагалищную (*Eriophorum vaginatum* L.), иван-чай узколистый (*Chamerion angustifolium* L.) и кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.), а на ППП 007, 008 и 011 еще и морошку приземистую (*Rubus chamaemorus* L.). Доля участия последней варьирует от 0,42 до 9,09% от общей фитомассы ЖНП. Помимо основных видов на отдельных участках отмечено присутствие ягодных кустарничков и багульника болотного (*Ledum palustre* L.), составляющих от 1,76 до 16,33% всей надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии. Запас надземной фитомассы сильно варьирует по видам. Абсолютный максимум фитомассы приходится на пушицу – 582,63 кг/га (ППП 011А), иван-чай и кукушкин лен по 450,67 и 425,63 кг/га (ППП 008) соответственно.

На шестой год после пожара активное разрастание мохового яруса привело к увеличению и общей надземной фитомассы на всех ППП, которая стала в разы (в 2,2-16,1 раз) превышать аналогичный показатель второго послепожарного года.

Таблица 7.16. – Динамика надземной фитомассы ЖНП по видам в абсолютно сухом состоянии в зависимости от давности лесного пожара, кг/га, / %

№ ППП	Давность проведения осушительных работ, лет	Надземная фитомасса по видам в абсолютно сухом состоянии								
		Пушица влагалищная – <i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Багульник болотный – <i>Ledum palustre</i> L.	Брусника обыкновенная – <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Морошка приземистая – <i>Rubus chamaemorus</i> L.	Черника обыкновенная – <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Голубика обыкновенная – <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Иван-чай узколистный – <i>Chamerion angustifolium</i> L.	Кукушкин лён – <i>Polytrichum commune</i> L.	ИТОГО
Спустя 2 года										
003	24	<u>171,23</u> 18,92	-	-	-	-	-	<u>87,34</u> 9,65	<u>646,25</u> 71,42	<u>904,82</u> 100,00
004		<u>151,2</u> 37,79	-	-	-	-	-	<u>158,93</u> 39,72	<u>89,98</u> 22,49	<u>400,11</u> 100,00
007		<u>322,04</u> 38,85	<u>26,1</u> 3,15	-	<u>44,47</u> 5,36	-	<u>135,4</u> 16,33	<u>272,88</u> 32,92	<u>28,06</u> 3,39	<u>828,95</u> 100,00
008		<u>294,11</u> 24,07	-	-	<u>51,4</u> 4,21	-	-	<u>450,67</u> 36,89	<u>425,63</u> 34,84	<u>1221,81</u> 100,00
11A		<u>582,63</u> 44,06	-	-	<u>5,59</u> 0,42	-	-	<u>354,95</u> 26,84	<u>379,33</u> 28,68	<u>1322,5</u> 100,00
11B		<u>53,69</u> 18,80	-	-	<u>15,19</u> 5,32	-	-	<u>155,41</u> 54,43	<u>61,25</u> 21,45	<u>285,54</u> 100,00
11C		<u>138,16</u> 26,94	-	<u>9,05</u> 1,76	<u>46,59</u> 9,09	<u>53,87</u> 10,50	-	<u>159,94</u> 31,19	<u>105,20</u> 20,51	<u>512,81</u> 100,00
Спустя 6 лет										
003	28	<u>883,63</u> 31,37	-	-	<u>0,6</u> 0,02	-	-	<u>0,56</u> 0,02	<u>1931,62</u> 68,58	<u>2816,41</u> 100,00
004		<u>201,09</u> 3,11	-	-	<u>8,66</u> 0,13	-	-	<u>231,4</u> 3,58	<u>6015,16</u> 93,17	<u>6456,31</u> 100,00
007		<u>730,86</u> 40,17	<u>72,07</u> 3,96	-	<u>16,56</u> 0,91	-	<u>35,06</u> 1,93	-	<u>965,03</u> 53,04	<u>1819,58</u> 100,00
008		<u>252,34</u> 7,75	-	-	<u>22,11</u> 0,68	-	-	<u>50,79</u> 1,56	<u>2930,41</u> 90,01	<u>3255,65</u> 100,00
11A		<u>268,56</u> 8,58	<u>21,70</u> 0,69	<u>26,25</u> 0,84	<u>60,84</u> 1,94	-	-	-	<u>2752,50</u> 87,94	<u>3129,85</u> 100,00
11B		<u>167,18</u> 8,56	-	<u>231,3</u> 11,85	<u>339,34</u> 17,38	-	-	<u>180,25</u> 9,23	<u>1034,27</u> 52,98	<u>1952,34</u> 100,00
11C		<u>112,49</u> 2,40	-	<u>12,60</u> 0,27	<u>16,63</u> 0,35	-	-	<u>5,76</u> 0,12	<u>4547,63</u> 96,86	<u>4695,11</u> 100,00

Доля участия кукушкина льна варьирует от 52,98 до 96,86% от общего запаса надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии. Из состава травяно-кустарничкового яруса постепенно вытесняется иван-чай, на тех участках, где его фитомасса ранее была максимальной, произошло ее снижение в 8,9 раз и составляет 50,79 кг/га, на отдельных ППП он исчез полностью (ППП 007 и 011А). Элиминация одних видов приводит разрастанию других. Так, например, пушица на большинстве ППП увеличила фитомассу по сравнению с данными прошлых лет в 1,3-5,2 раза. Новые виды появились на ППП 011А багульник и морошка, которые до пожара были довольно широко там представлены.

Общее проективное покрытие на всех ППП выше 100%, что можно объяснить многоярусностью строения ЖНП. Во всех случаях сплошной моховой покров перекрывается надземными частями растений, возвышавшимися над ним. Индивидуальное среднее проективное покрытие травяно-кустарничковых растений варьирует от 1 до 60%, о чем свидетельствуют данные приведенные в таблице 7.17. Снижение проективного покрытия голубики и морошки на отдельных ППП мы объясняем высокой конкуренцией со стороны мхов, проективное покрытие которых за 4 года увеличилось в 3,0-66,8 раз в сравнении с началом сукцессии на гари. Максимальная и минимальная высоты травяно-кустарничкового яруса соответствуют средним высотам иван-чая и кукушкина льна, значение которых варьирует по годам исследования, и находится в пределах от 30 до 66 см и от 1,0 до 4,0 см спустя 2 года после пожара, а спустя шесть лет – от 7 до 80 см и от 5 до 11 см соответственно (таблица 7.17). На месте гари в условиях сосняка багульникового и кустарничково-сфагнового типов леса по показателю обилия доминирующее положение спустя 6 лет после пожара занимают следующие виды: кукушкин лен (Soc. – сплошь покрывают площадь или Сор3 – представлен очень обильно) и пушица (Сор2 и Сор1 –обильно и довольно обильно), остальные виды представлены единично (Sol.). При снижении обилия мохового ярус следует ожидать возвращения видов допожарного периода.

Таблица 7.17. – Характеристика травяно-кустарничкового яруса спустя 2 и 6 лет после пожара

№ ППП	Название вида	Средняя высота, см		Среднее проективное покрытие, %		Встречаемость, %		Обилие (по шкале Друде)	
		Год исследования							
		2012	2016	2012	2016	2012	2016	2012	2016
003	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	48	7	4	1	70	10	Sol.	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	50	26	20	29	30	90	Sp.	Cop1
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	0	7	0	1	0	10	-	Sol.
	<i>Polytrichum commune</i> L.	4	9	88	73	100	100	Soc.	Soc.
004	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	48	68	18	6	90	40	Sol.	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	24	20	43	19	90	90	Cop2	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	0	13	0	12	0	10	-	Sol.
	<i>Polytrichum commune</i> L.	2	11	48	80	100	100	Cop2	Soc.
007	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	35	0	21	0	70	0	Sp.	-
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	20	20	75	65	20	70	Soc.	Cop3
	<i>Polytrichum commune</i> L.	1	4	53	47	70	90	Cop3	Cop2
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	6	5	6	1	70	50	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	13	10	24	7	30	30	Sp.	Sol.
	<i>Ledum palustre</i> L.	11	50	3	50	20	10	Sol.	Cop3
008	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	66	60	60	2	50	20	Cop3	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	16	23	73	43	60	60	Cop3	Cop2
	<i>Polytrichum commune</i> L.	3	11	96	80	70	90	Soc.	Soc.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	9	11	28	2	50	40	Cop1	Sol.
011A	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	45	0	13	0	100	0	Sol.	-
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	14	24	16	14	100	80	Sol.	Sol.
	<i>Polytrichum commune</i> L.	4	7	96	94	100	100	Soc.	Soc.
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	0	9	0	3	0	40	-	Sol.
	<i>Ledum palustre</i> L.	0	13	0	2	0	20	-	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	7	10	10	5	20	40	Sol.	Sol.
011B	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	37	80	5	10	100	20	Sol.	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	20	26	20	31	20	80	Sp.	Cop1
	<i>Polytrichum commune</i> L.	4	5	74	70	100	40	Cop3	Cop3
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	0	8	0	11	0	60	-	Sol.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	10	9	5	26	20	80	Sol.	Cop1
011C	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	30	20	10	2	60	40	Sol.	Sol.
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	11	21	48	12	100	100	Cop2	Sol.
	<i>Polytrichum commune</i> L.	3	8	87	88	60	100	Soc.	Soc.
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	9	8	8	3	60	40	Sol.	Sol.
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	7	0	18	0	40	0	Sol.	-
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	5	5	5	3	20	20	Sol.	Sol.

Показатель влажности видов зависит от условий и времени проведения экспериментальных работ, а также от вида растения. Показатели влажности по видам растений спустя 2 и 6 лет после пожара приведены в таблице 7.18.

Таблица 7.18. – Показатели влажности по видам растений

№ ППП	Название вида	Гигроскопическая влажность по видам, %	
		Год исследования	
		2012	2016
003	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	69,2	56,3
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	74,5	56,5
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	-	60,0
	<i>Polytrichum commune</i> L.	67,9	52,2
004	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	77,1	65,7
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	67,3	52,5
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	-	43,9
	<i>Polytrichum commune</i> L.	64,4	69,6
007	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	78,4	-
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	67,8	62,8
	<i>Polytrichum commune</i> L.	80,2	59,2
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	71,5	56,9
	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	69,7	49,3
	<i>Ledum palustre</i> L.	57,5	54,4
008	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	72,4	65,5
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	66,2	58,0
	<i>Polytrichum commune</i> L.	77,6	61,8
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	73,4	70,6
011A	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	73,3	-
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	60,5	59,2
	<i>Polytrichum commune</i> L.	74,5	52,1
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	-	52,8
	<i>Ledum palustre</i> L.	-	52,8
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	73,6	62,9
011B	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	80,7	69,9
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	77,8	48,5
	<i>Polytrichum commune</i> L.	88,5	58,3
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	-	63,0
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	75,3	66,2
011C	<i>Chamerion angustifolium</i> L.	74,0	63,2
	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	84,0	54,2
	<i>Polytrichum commune</i> L.	82,7	55,3
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	75,4	59,4
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	80,6	-
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	70,0	56,7

7.5. Стадии развития гари

Обобщая все выше сказанное можно условно в эволюции гари с момента пожара в 2010 г. выделить следующие этапы ее восстановления.

Первый этап (1-2 год после пожара) – «черной» гари, характеризующийся отсутствием живого напочвенного покрова и частичным выгоранием поверхностного почвенного горизонта. Значительная часть обожжённого древостоя погибла и вывалилась хаотично по всей площади, образовав мощный слой валежа. Единично сохранившиеся на корню деревья имеют различной степени огневые повреждения корневой системы и стволов. На данный период приходится первичное заселение древесины вторичными вредителями леса. От стен леса, окружающих гать и единичных живых деревьев внутри нее, происходит разлет семян древесных пород и беспрепятственное проникновение их в обогащенную зольными элементами почву. Поселяются «странствующие» виды травяно-кустарничкового и мохового ярусов ЖНП – типичные спутники свежих гарей. На выгоревшую площадь проникают также насекомые (рыжие муравьи), грызуны и птицы. Отмечается начальная стадия заболачивания территории. Снижение биологической транспирации и разрушение части каналов, снизило отвод избыточной влаги с данной территории. В пониженных формах микрорельефа и местах вывала корней ПГВ выходят на поверхность.

Второй этап (3-4 год после пожара) – по состоянию ЖНП можно охарактеризовать как «пушицево-кипрейная» гать. Знаменуется активным заселением территории гари травянистой и кустарничковой растительностью, а в пониженных формах микрорельефа мхом. Разрастаются «странствующие» виды – иванчай узколистый (*Chamerion angustifolium* L.), а также кочки пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.). Флористический состав не обогатился, произошла смена его композиционного состава за счет видов несвойственных для данных условий произрастания, но характерных для гари. Отмечено обильное появление всходов сосны и березы семенного происхождения, равномерно представленные по всей площади. Продолжает идти процесс усыхания повреж-

денных деревьев и их вывал. Вывалившиеся деревья активно заселяются насекомыми-ксилофагами, возрастает численность короедов. Побуревшая хвоя на валеже полностью опала.

Третий этап (5-6 год после пожара) – «кипрейно-пушицево-моховая» гарь. Проективное покрытие мохового яруса достигло своего максимума, что практически подавило появление новых всходов древесных пород. После пирогенной вспышки идет активный процесс массового усыхания подроста хвойных пород. Причинами тому послужили высокая конкуренция со стороны ЖНП за элементы питания, неблагоприятный водный режим, а также часть его гибнет из-за абиотических факторов, в частности холодных ветров, беспрепятственно проникающих на территорию гари. Отмечается ветровал и бурелом в основном верхушек сухостойных деревьев. Высота валежа заметно снизилась в результате облома сухих ветвей, проседания стволов в почву и деструктивных процессов в древесине.

Четвертый этап (7-8 год после пожара) – «пушицево-моховая» гарь. Из состава ЖНП постепенно вытесняется иван-чай, местами он полностью исчез, взамен появляются ягодные кустарнички и морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.). Общая надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии травяно-кустарничкового и мохового яруса ЖНП увеличилась в разы, по сравнению со вторым послепожарным периодом. Отмечается доминирование листового подроста над хвойным. По окрайкам гари появляются всходы осины сменного происхождения. Несмотря на непрекращающийся процесс усыхания подроста сосны, пространственное размещение жизнеспособных экземпляров по-прежнему равномерное, приуроченное к повышенным формам микрорельефа. В валеже идет затухание численности насекомых-ксилофагов, встречаются лишь единичные их представители.

На данном этапе восстановительной сукцессии еще рано делать выводы об успешности последующего возобновления хвойными породами в виду отсутствия стабильных признаков его устойчивого развития. Со временем все больше ожидается проявление тенденции смены сосны на березу, что, безусловно,

нельзя допускать, так как в данных условиях береза будет иметь низкое качество древесины. В пожарном плане на данный момент смешанный состав подроста позволяет снизить пожарную опасность данной территории биологическим методом.

Выводы:

1. За последние 45 лет на территории УУОЛ было зарегистрировано 679 случаев лесных пожаров на площади 1560,3 га. Установлено, что показатель относительной горимости на осушаемых территориях в 1,1-42,0 раза выше аналогичного показателя определенного для отдельных групп типов леса, и в 8,1 раза по лесхозу в целом. Последнее обстоятельство указывает на необходимость более пристального внимания к вопросу организации противопожарного устройства, ведения лесного хозяйства на осушаемых торфах.

2. Следствием пожара является 1,5-2,0 м слой валежа из поврежденных огнем деревьев различной стадии (от 2,7 до 3,1) деструкции, занимающих 13,1% территории стационара. КДО с одной стороны служат резервом органических веществ, пока еще в недоступной форме для растений, а также создает микроклиматические условия для формирования молодняков на гари и влияет на его пространственное размещение. С другой стороны наличие значительного количества горючего материала (запас КДО от 44,33 до 72,26 м³/га) повышает риск возникновения новых пожаров на данной территории. Дальнейший уход за молодняками существенно усложняется из-за высокой захламленности территории.

3. Последующее возобновление хвойными породами на территории гари протекало успешно только в первое пятилетие после пожара. На седьмой год наблюдается тенденция количественного и пространственного доминирования мелколиственного подроста семенного происхождения над сосной. Их пространственное размещение характеризуется, как равномерное и приурочено к повышенным формам микрорельефа. Иными совами на данном этапе восстановительной сукцессии отсутствуют признаки устойчивого лесовозобновления

хвойным подростом. Смешанный породный состав подроста снижает пожарную опасность данной территории.

4. Высокий уровень ПГВ на гари оказывает лимитирующее действие на заглубление корневых систем, основная масса которых сосредоточена в поверхностном 5 см горизонте. Отмечается формирование поверхностной корневой системы у соснового подроста. Наличие деформации главного корня существенно снижает прирост надземного побега.

5. Параметры ассимиляционного аппарата хвойного подроста имеют значительную изменчивость по годам. Наибольшая вариабельность отмечена у показателя длины и площади средней хвоинки. Установлено, что хвоя текущего года уступает по всем показателям хвое прошлого года.

6. После пожара флористическое разнообразие ЖНП заметно сокращается, из 12 видов, произраставших до пожара, в настоящее время насчитывается 3 постоянных вида (пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) и кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.)), представленных на всех ППП и еще 5 имеющих незначительную степень участия. По сравнению с допожарным периодом запас надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии на месте сосняка багульникового типа леса увеличился в 8,6-13,8 раза, а в условиях сосняка кустарничково-сфагнового – в 3,7-6,2 раза.

7. Спустя 7 лет после пожара по состоянию ЖНП в эволюции гари можно выделить несколько стадий сукцессий: «черная», пушицево-кипрейная, кипрейно-пушицево-моховая и пушицево-моховая гари. Иными словами прослеживается тенденция возврата флористического состава ЖНП допожарного и домелиоративного периода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Гидролесомелиорация была и остается единственным эффективным и апробированным за длительную историю своего существования способом коренного улучшения условий произрастания заболоченных и болотных насаждений, повышающих продуктивность ее основного компонента – древостоя. Эффективность мелиоративных работ носит региональный характер, именно поэтому особое значение имеют длительные стационарные исследования, выполненные на зонально-типологической основе. Последнее позволяет дать научно обоснованные рекомендации по оптимизации лесосушительных работ. На Среднем Урале таких объектов всего три. Все они были созданы в 70-80-х гг. прошлого столетия и с недавнего времени включены в реестр мелиоративно-болотных стационаров России. Уникальность стационара «Северный» заключается в необычно высоком для верховых торфов содержании зольных элементов, что гипотетически должно способствовать получению более высокого лесоводственного и экономического эффекта, по сравнению с верховыми торфами, осушение которых многими учеными признается нецелесообразным мероприятием.

Спустя 29 лет с момента осушения в насаждениях всех типов леса идет накопление текущего отпада, особенно интенсивно данный процесс наблюдается в древостоях VI и VII классов возраста, а естественное изреживание носит выраженный низовой характер, то есть в основном протекает за счет тонкомерной части древостоя. Общее санитарное состояние, в насаждениях не пройденными опытными рубками, характеризуется как «ослабленное» и «сильно ослабленное» (расчетный показатель средней категории санитарного состояния варьирует от 2,4 до 3,5). Установлено, что проведение рубок ухода в насаждениях осково-кустарничкового типа леса значительно «оздоравливает» древостой (средняя категория санитарного состояния составляет от 1,3 до 1,7), по сравнению с насаждениями в аналогичном типе леса, где рубки ухода не проводились (средняя категория равна 2,5).

Длительные исследования на стационарном объекте показали, что осушение и проведение опытных рубок не способствуют накоплению достаточного для успешного лесовозобновления жизнеспособного хвойного подроста под пологом древостоев. Его количество варьирует от 0 до 1406 экз./га, а большая часть представлена самосевом первой группы высот. Значительную долю на некоторых ППП в составе подроста составляет береза пушистая (от 1 до 10 единиц состава). Иными словами, экстенсивное осушение верховых болот не обеспечивает выживаемости хвойного подроста вследствие высокой конкуренции со стороны материнского древостоя и ЖПН, а также из-за повышенного уровня ГПВ особенно в весенние месяцы.

Длительное осушение не приводит к заметной смене видового состава ЖНП (преобладающими видами остаются представители семейства Вересковые), а лишь изменяют его композиционный состав. Запас общей надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии сильно нестабилен по годам и с увеличением давности мелиоративных работ на большинстве ППП снижается, в то время как запас ягодной группы возрастает, что особенно заметно в сосняке осоково-кустарничковом. После проведения рубок ухода и ДВР, независимо от интенсивности изреживания древостоя, отсутствует достоверная корреляционная связь между давностью осушения и накоплением запаса, как общей фитомассы, так и фитомассы ягодных кустарничков. Иными словами, рубки не способствуют разрастанию ЖНП.

Анализ горимости на территории УУОЛ УГЛТУ за последние 45 лет, показал, что проведение осушительных работ увеличивает относительную горимость осушаемой территории в 1,1-42,0 раза, по сравнению с другими участками.

Лесовосстановительные сукцессии после лесного пожара (в 2010 г.) на седьмой год протекают с количественным и пространственным доминированием лиственного подроста. Пирогенная вспышка численности всходов и подроста сосны в первые годы после пожара сменилась их массовым усыханием спустя 5 лет, в результате начальных стадий заболачивания территории валежной

гари и гибели в результате воздействия холодных воздушных масс. У сохранившихся жизнеспособных экземпляров отмечается развитие поверхностной корневой системы, а также различные деформации стержневого корня, снижающие прирост надземной части подроста.

Увеличение общего запаса надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии на территории валежной гари спустя 7 лет вызвано экспансией мохового яруса и разрастанием кочек пушицы влагалищной. В эволюции гари с момента пожара, по состоянию ЖНП можно выделить следующие стадии: «черная», пушицево-кипрейная, кипрейно-пушицево-моховая и пушицево-моховая гари. В дальнейшем ожидается возврат флористического состава ЖНП к допожарному и домелиоративному состоянию.

Рекомендации производству:

1. С целью сохранения уже полученных лесоводственных результатов необходимо разработать план реконструкции осушительной системы на мелиоративном стационаре, который предполагал бы не только ремонт и расчистку существующих каналов, но и создание дополнительных каналов для более равномерного отвода избыточной влаги.

2. До проведения реконструкции осушительной системы спелый и перестойный древостой подлежит рубке. Выбор способа рубки должен исходить из особенностей таксационной структуры и строения древостоя, а также наличия жизнеспособного хвойного подроста под его пологом. В условно-одновозрастных спелых и перестойных сосняках при отсутствии или недостаточном количестве подроста для формирования будущего поколения сплошная рубка обязательно должна сопровождаться последующими мероприятиями по содействию естественному возобновлению, создание лесных культур в данных условиях является нежелательной мерой. В разновозрастных сосняках возможно проведение длительно-постепенных рубок в два приема с периодом проведения последнего приема через 30-40 лет после достижения возраста спелости оставленной на доразращивание части древостоя. В отличие от сплошной рубки,

постепенная рубка позволит минимизировать негативные экологические последствия, в частности заболачивания вырубki. В целях снижения уровня воздействия на мелиоративную сеть, во всех случаях в качестве лесосеки принимается отдельное межканальное пространство, с организацией переездов через магистральный канал.

3. Мерами содействия естественному возобновлению на территории гари могут быть расчистка (создание минерализованных участков) от нижних ярусов растительности и создание микроповышений на переувлажнённых участках.

4. На территории гари поваленные деревья необходимо приземлить для ускорения деструкционных процессов к моменту проведения ухода за молодняками.

5. В виду повышенной пожарной опасности насаждений на осушаемых торфах, необходима разработка комплекса мероприятий противопожарного обустройства данной территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Аврова, А.Ф. Лесорастительные свойства торфяных почв в связи с интенсивностью их осушения / А.Ф. Аврова // Продуктивность и устойчивость лесных почв: III Межд. конф. по лесному почвоведению. – Петрозаводск, 2009. – С. 231-234.

Агроклиматический справочник по Свердловской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 196 с.

Андронов, А.В. Технические средства осушения лесных земель для обеспечения доступности проведения рубок ухода / А.В. Андронов, В.Д. Валяжонков, Ю.А. Добрынин, В.А. Дмитриев // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 8. – С. 185-190.

Антанайтис, В.В. Прирост леса / В.В. Антанайтис, В.В. Загреев. – М.: Лесная пром-сть, 1969. – 240 с.

Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 512 с.

Арефьева, З.Н. Почвообразующие породы и почвы долины р. Тавды и Тавда-Куминского междуречья. Южнотаежные леса Западно-Сибирской равнины / З.Н. Арфенова // Тр. Института экологии растений и животных. – 1972. – Вып. 83. – С. 27-65.

Артемьев, А.И. Влияние осушения на рост сосновых молодняков в северной подзоне тайги / А.И. Артемьев, Л.С. Милейко, Г.А. Мочалова // Материалы отчетной годичной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1979 г. – Архангельск, 1980. – С. 54-56.

Арцыбашев, Е.С. Проблема пожаров на оторфованных лесных землях / Е.С. Арцыбашев // Труды Санкт-Петербургской НИИ лесного хозяйства. – СПб: СПбНИИЛХ, 2004. – Вып. 2 (12). – С. 240-254.

Аткина, Л.И. Географо-лесотипологические закономерности структуры и запаса почвенного покрова таежных лесов: автореф. дисс. док. с.-х. наук: 06.03.03 / Аткина Людмила Ивановна. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2000. – 36 с.

Ахти, Э. Финский опыт 70-летнего осушения болот в Рощинском лесхозе на Карельском перешейке / Э. Ахти, Х. Ноусиайнен, В.К. Константинов, С.В. Тихонов // Повышение продуктивности, рациональное использование и охрана земель лесного фонда. – СПб: СПбНИИЛХ, 2011. – Вып. 2 (25). – С. 38-46.

Бабилов, Б.В. Влияние осушительной сети на уровень почвенно-грунтовых вод лесных болот / Б.В. Бабилов // Влияние осушительной сети на водный режим и рост леса. – Л., 1970. – С. 56-64.

Бабилов, Б.В. Водорегулирующая роль лесов на осушенных лесах / Б.В. Бабилов // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – С. 34-36.

Бабилов, Б.В. Гидротехнические мелиорации: учебник для вузов. 4-е изд. – СПб: Изд. «Лань», 2005. – 304 с.

Бабилов, Б.В. Становление и развитие гидролесомелиорации в лесном хозяйстве / Б.В. Бабилов // ИВУЗ. «Лесной журнал». – 2013. – № 2. – 53-57.

Бабилов, Б.В. Целесообразность осушения лесных земель / Б.В. Бабилов // Лесное хозяйство и комплексное природопользование. – СПб: СПбНИИЛХ, 2010. – Вып. 2 (22). – С. 204-205.

Бабилов, Б.В. Экология сосновых лесов на осушенных болотах / Б.В. Бабилов. – СПб: Наука, 2004. – 204 с.

Базилевич, Л.И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / Л.И. Базилевич, А.А. Титлянова, В.В. Смирнов, Л.Е. Родин, Н.Т. Нечаева, Ф.И. Левин. – М.: Мысль, 1978. – 183 с.

Безпалько, Р.В. Влияние осушения на природную пожарную опасность: автореферат дисс. канд. с.-х. наук: 25.00.26; 06.03.03 / Роман Владимирович Безпалько. – СПб, 2004. – 17 с.

Безпалько, Р.В. Об унифицированной шкале и картах пожарной опасности земель лесного фонда для Северо-Запада европейской России / Р.В. Безпалько, В.К. Константинов, С.А. Стекольников, Ю.А. Фролов // Сельские леса России: прошлое, настоящее и будущее. – СПб, СПбНИИЛХ, 2004. – С. 171-180.

Бергман, И.Е. Влияние выбросов медеплавильного завода на формирование запаса и разложение крупных древесных остатков в елово-пихтовых лесах / И.Е. Бергман, Е.Л. Воробейчик // Лесоведение. – 2017. – № 1. – С. 24-38.

Бондаренко, Н.Ф. Водно-физические свойства торфяников / Н.Ф. Бондаренко, Н.П. Коваленко. – Л.: Гидрометиздат, 1979. – 160 с.

Борисевич, Д.В. Рельеф и геологическое строение / Д.В. Борисевич // Урал и Предуралье. – М.: Наука, 1968. – С.19-81.

Будыка, С.Х. Лесные гидротехнические мелиорации / С.Х. Будыка. – Минск: АН БССР, 1959. – 99 с.

Бунькова, Н.П. Основы фитомониторинга: учеб. пособие: издание 2-е, дополненное и переработанное / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Затева, А.Г. Магасумова. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 89 с.

Буш, К.К. Влияние осушительной мелиорации на прирост леса / К.К. Буш // Проблемы повышения продуктивности лесов. – М.; Л., 1959. – Т. 2. – С. 81-94.

Буш, К.К. Лес на торфяных почвах / К.К. Буш, П.П. Залитис // Торф в лесном хозяйстве. – Рига, 1977. – С. 5-26.

Буш, К.К. О перспективах изучения осушенных лесов / К.К. Буш // Гидролесомелиоративные исследования. – Рига, 1970. – С. 101-116.

Вайнблат, В.З. Влияние гидролесомелиорации на естественное облесение верховых болот / В.З. Вайнблат, В.М. Медведева // Природа болотно-лесных экосистем Карелии и пути их освоения. – Петрозаводск, 1982. – С. 116-130.

Валетов, В.В. Влияние осушительной мелиорации на биопродуктивность сосновых олиготрофных болот севера Беларуси / В.В. Валетов // Болота и заболоченные земли в свете задач устойчивого природопользования: материалы совещания. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 244-246.

Валк, У.А. О лесо- и сельскохозяйственных проблемах использования безлесных верховых болот в Эстонии / У.А. Валк // Тр. ин-та леса АН СССР. – М., 1959. – Т. 15. – С. 86-92.

Великанов, Г.Б. Вопросы эффективности гидролесомелиорации в системе современных лесных отношений / Г.Б. Великанов, В.А. Ильин // Эколого-биологическое обоснование гидролесомелиорации и реконструкции лесосушительных систем: информ. материалы. – Петрозаводск: ИЛ КарНЦ РАН, 1996. – С. 4-6.

Великанов, Г.Б. Изменение таксационных показателей сосновых насаждений и свойств торфяных почв при длительном осушении / Г.Б. Великанов, Ю.А. Фролов, Ю.Е. Беленец, А.А. Ошкаев, В.Ф. Чикалюк // Мелиорация, ведение лесного хозяйства и лесопользование. – СПб, 2006. – С. 253-260.

Великанов, Г.Б. Масштабы современного заболачивания земель лесного фонда Ленинградской области / Г.Б. Великанов // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования: материалы совещания. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 39-40.

Веретенников, А.В. Физические основы устойчивости древесных растений к временному избытку влаги в почве / А.В. Веретенников. – М.: Наука, 1968. – 216 с.

Ветошкин, И.И. Естественное возобновление на вырубках в условиях смешанного водно-минерального питания / И.И. Ветошкин // Гидролесомелиорация Северо-Востока ЕТС. – Горький, 1990. – С.72-74.

Вомперский, С.Э. Болота и заболоченные земли России: попытка анализа и пространственного распределения и разнообразия / С.Э. Вомперский, А.А. Сирин, О.П. Цыганова, Н.А. Валяева, Д.А. Майков // Изв. РАН. Сер. геогр., 2005. – № 5. – С. 21-33.

Вомперский, С.Э. Лесоосушительная мелиорация / С.Э. Вомперский, Е.Д. Сабо, А.С. Формин. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 305 с.

Вомперский, С.Э. О методике наблюдения за почвенно-грунтовыми водами при гидролесомелиоративных исследованиях / С.Э. Вомперский // ИВУЗ Лесной журнал. – 1964. – № 1. – С. 49-52.

Вомперский, С.Э. Оценка площади болотных и заболоченных лесов России / С.Э. Вомперский, А.А. Сирин, А.А. Сальников О.П. Цыганова, Н.А. Валяева // Лесоведение. – М.: Наука, 2011. – № 5. – С. 3-11.

Вомперский, С.Э. Биологические основы эффективности лесоосушения / С.Э. Вомперский. – М.: Наука, 1968. – 141 с.

Ву Ван Ме. Влияние освещенности под пологом насаждений на состояние на состояние подроста Охтинского учебно-опытного лесхоза / Ву Ван Ме // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: межвуз. сборник науч. трудов. – Л.: ЛТА, 1983. – С. 36-42.

Ву Ван Чыонг. Лесоводственно-экологические последствия комплексных рубок в осушаемых сосняках (на примере Ленинградской области): автореферат дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Ву Ван Чыонг. – СПб, 2018. – 21 с.

Гаврилов, В.Н. Динамика формирования сосновых молодняков различного происхождения на осушенных осоково-кустарничково-сфагновых болотах в Южной Карелии / В.Н. Гаврилов // ИВУЗ. «Лесной журнал». – 2011. – № 3 (321). – С. 45-50.

Гаврилов, В.Н. Лесоводственная оценка облесения осушенных болот Карелии: автореферат канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Виктор Николаевич Гаврилов. – СПб, 1997. – 24 с.

Гашкова, Л.П. Оценка трансформации осушенного верхового болота (на примере участка Бакчарского болотного массива) / Л.П. Гашкова, А.А. Синюткина // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2015. – № 1 (29). – С. 164-179.

Гельтман, В.С. Изменение типов черноольховых лесов в связи с мелиорацией / В.С. Гельтман, Н.Ф. Ловчий // Антропогенные изменения, охрана растительности болот и прилегающих территорий: материалы 6-го Всесоюзного совещания. – Минск, 1974. – С. 95-98.

Глебов, Ф.З. Эффективность естественного и искусственного облесения осушенных болот и осушения заболоченных лесов в условиях южнотаежной

подзоны Западной Сибири / Ф.З. Глебов, С.П. Ефремов, С.С. Федотов // Гидролесомелиоративные исследования. – Рига, 1970. – С. 275-290.

Годовалов, Г.А. К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Г.А. Годовалов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.И. Чермных // Леса России и хозяйство в них. – 2016. – № 3 (58). – С. 12-19.

Годовалов, Г.А. Районирование лесов Свердловской области / Г.А. Годовалов, С.В. Залесов, Е.Н. Лежнина // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 8 (87). – С. 38-39.

Голод, Д.С. Проблемы мелиорации и типологии избыточно увлажненных лесов Беларуси / Д.С. Голод // Эколого-экономические аспекты мелиорации: сб. науч. тр. / ИЛ НАН Беларуси. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2003. – Вып. 58. – С. 109-111.

Гордиенко, П.В. Экологические особенности дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах среднего Сихотэ-Алиня: автореферат дисс. канд. биол. наук. – М.: МГУ, 1979. – 20 с.

Горчаковский, П.Л. Растительность / П.Л. Горчаковский // Урал и Приуралье. – М., 1968. – С. 211-261.

Грабовик, С.И. Посмелиоративная динамика растительности сосняков сфагновых // Лесное хозяйство и комплексное природопользование / Тр. СПбНИИХ, 2010. – Вып. – 2 (22). – С. 248-253.

Гришин, А.М. О механизме заглубления очага горения торфа / А.М. Гришин, В.П. Зима, Д.П. Касымов // Инженерно-физический журнал. – 2013. – Т. 86. – № 5. – С. 937-942.

Гришин, А.М. Экспериментальное исследование процессов зажигания и горения торфа / А.М. Гришин, А.Н. Голованов, Я.В. Суков, Ю.И. Прейс // Инженерно-физический журнал. – 2006. – Т. 79. – № 3. – С. 137-142.

Грозин, А.Н. Влияние осушения и выборочных рубок в елово-лиственных древостоях на состояние и рост подроста ели в условиях Среднего Урала: автореферат дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Андрей Николаевич Грозин. – Екатеринбург, 2003. – 22 с.

Драндина, А.Н. Влияние осушения на водный и пищевой режимы торфяных почв и рост леса: автореферат дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Александра Николаевна Драндина. – СПб, 2013. – 21 с.

Дружинин, Н.А. Лесоводственно-экологическое обоснование ведения лесного хозяйства в осушенных лесах: автореферат дисс. д-ра с.-х. наук: 25.00.26; 06.06.03 / Николай Андреевич Дружинин. – СПб, 2006. – 48 с.

Дружинин, Н.А. Лесомелиоративный фонд Среднего Урала и пути его использования / Н.А. Дружинин // Мелиорация сельскохозяйственных и лесных угодий европейского Севера СССР. – Петрозаводск, 1977. – С. 8-10.

Дружинин, Н.А. О выборочной форме хозяйства в осушаемых лесах / Н.А. Дружинин, Ф.Н. Дружинин // Лесное хозяйство и комплексное природопользование. – СПб: СПбНИИЛХ, 2010. – Вып. 2 (22). – С. 65-71.

Дружинин, Н.А. Прижизненное и побочное пользование осушаемых лесов Вологодской области / Н.А. Дружинин, Ф.Н. Дружинин, А.С. Пестовский, А.С. Новоселов. – Вологда: ИЦ ВГМХА, 2011. – 192 с.

Дружинин, Ф.Н. К содействию возобновительных процессов на объектах несплошных рубок / Ф.Н. Дружинин, З.Н. Старунская // Повышение производительности и эффективности использования лесов на сушеных землях: материалы междунар. совещания. – СПб, 2008. – С. 83-88.

Дубах, А.Д. Гидротехнические мелиорации лесных земель / А.Д. Дубах. – М.: Гослехтехиздат, 1945. – 345 с.

Елина, Г.А. Принципы и методы реконструкции и картирования растительности голоцена / Г.А. Елина. – Л.: Наука, 1981. – 156 с.

Елпатьевский, М.М. Лесохозяйственное освоение болот / М.М. Елпатьевский, В.Н. Кирюшкин, В.К. Константинов. – М.: Лесная пром-ть, 1978. – 136 с.

Елпатьевский, М.П. Лесная осушительная мелиорация / М.П. Елпатьевский. – Л.: Гослесбумиздат, 1957. – 121 с.

Елпатьевский, М.П. Мелиорация заболоченных сосняков / М.П. Елпатьевский // Сб. науч.-исслед. раб. по лесн. хоз. – М., 1964. – Вып. 8. – С. 150-164.

Ефремов, С.П. Восстановительная динамика болотных сосняков послепожарного генезиса / С.П. Ефремов, Т.Т. Ефремова, А.В. Пименов, Т.С. Седельникова // Генетическая типология, динамика и география лесов России: материалы Всеросс. научной конф. (с междунар. участием), посвящ. 100-летию со дня рождения Б.П. Колесникова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – С. 108-112.

Ефремов, С.П. Естественное заселение осушенных болот лесной зоны Западной Сибири / С.П. Ефремов. – М.: Наука, 1972. – 156 с.

Ефремов, С.П. Пионерные древостои осушенных болот / С.П. Ефремов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 249 с.

Ефремова, Т.Т. Опыт построения бонитировочной шкалы местообитаний болотных сосняков южнотаёжной подзоны Западной Сибири / Т.Т. Ефремова, А.Ф. Аврова, С.П. Ефремов // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. XXV, № 3-4. – С. 269-276.

Жезмер, В.Б. Оценка возможности устройства систем двойного регулирования влажностного режима пожароопасных выработанных торфяников на базе осушительной сети / В.Б. Жезмер, М. А. Волынов, Е.Э. Головинов, С.В. Перегудов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 30-32.

Загуральская, Л.М. Экспериментальное изучение биологической активности торфяных почв Карелии / Л.М. Загуральская // Эксперимент и математическое моделирование в изучении биогеоценозов лесов и болот: тезисы доклада Всесоюз. совещания. – М., 1987. – С. 23-26.

Залесов, С.В. Анализ горимости лесов Уральского учебно-опытного лесхоза и пути совершенствования охраны их от пожаров / С.В. Залесов, Г.А. Годовалов, С.Г. Нагашпаев, Е.С. Залесова, Г.А. Кутыева, А.В. Тукачева // Леса России и хозяйство в них. – 2015. – Вып. 2 (53). – С. 35-39.

Залесов, С.В. Гидролесомелиорация избыточно увлажненных земель. Термины, понятия и определения / С.В. Залесов, А.В. Тукачева. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. – 67 с.

Залесов, С.В. Лесная пирология. Термины, понятия, определения: учебный справочник / С.В. Залесов, Е.С. Залесова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 54 с.

Залесов, С.В. Лесная пирология: учебник / С.В. Залесов. – Екатеринбург: Изд-во «Баско», 2006. – 312 с.

Залесов, С.В. Надземная фитомасса живого напочвенного покрова в осушенных сосняках до и после лесного пожара / С.В. Залесов, А.В. Тукачева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (37). – С. 101-106.

Залесов, С.В. Научное обоснование системы лесоводственных мероприятий по повышению продуктивности сосновых лесов Урала: дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Сергей Вениаминович Залесов. – Екатеринбург, 2000. – 435 с.

Залесов, С.В. Пожароустойчивость в условиях осушенного сосняка багульникового / С.В. Залесов, В.П. Волокитин, Д.М. Корсуков // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – Вып. 22. – С. 3-8.

Залесов, С.В. Последствия проходной рубки в осушенном сосняке осоково-кустарничковом / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.В. Тукачева // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 9 (101). – С. 42-44.

Залесов, С.В. Санитарное состояние осушаемых сосняков Среднего Урала / С.В. Залесов, А.В. Тукачева // Лесохозяйственная информация. – 2018а. – № 2. – С. 75-84.

Залесова, Е.С. Лесоводственная эффективность опытных рубок ухода 1952-1983 гг. в сосняках подзоны южной тайги Урала: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Евгения Сергеевна Залесова. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. – 16 с.

Залитис, П.П. Многообразие осушенных лесов Латвии / П.П. Залитис // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования: материалы совещания. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 351-353.

Иванов, Ю.Н. Рост культур сосны на осушенном болоте верхового типа / Ю.Н. Иванов // Перспективы развития осушительной мелиорации в Западной Сибири. – Тюмень, 1980. – С. 91-93.

Ижевский, С.С. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации / С.С. Ижевский, Н.Б. Никитский, О.Г. Волков, М.М. Долгин. – Тула: Гриф и К, 2005. – 220 с.

Ильинский, А.И. Определитель вредителей леса / А.И. Ильинский. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 392 с.

Иматова, И.А. Состояние и рост подроста сосны на осушенных сфагновых болотах Среднего Урала: дис. канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Иматова Ирина Александровна. – Екатеринбург: УГЛТА, 1997. – 244 с.

Инишева, Л.И. Болотоведение: учебник для вузов / Л.И. Инишева. – Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2009. – 210 с.

Ионин, И.В. К вопросу об эффективности искусственного облесения осушенных болот в средней Карелии / И.В. Ионин, И.В. Ермаков, В.И. Саковец // Исследование осушенных лесоболотных биогеоценозов Карелии. – Петрозаводск, 1989. – С. 23-32.

Ипатьев, В.А. О тенденциях развития гидролесомелиорации / В.А. Ипатьев // Эколого-экономические аспекты гидролесомелиорации: сборник научных трудов Института Леса Национальной академии наук Беларуси. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2003. – Вып. 58. – С. 38-40.

Капустин, В.Г. География Свердловской области / В.Г. Капустин, И.Н. Корнев. – Екатеринбург: Средне-Уральское издательство, 1996. – 150 с.

Капустинскаяйте, Т.К. Изменение черноольшанников под влиянием осушения / Т.К. Капустинскаяйте // Лесное хозяйство. – 1982. – № 9. – С. 31-34.

Карагаева, Е.И. Черный сосновый усач / Е.И. Карагаева // Защита и карантин растений. – 2011. – № 8. – С. 37-38.

Каразия, С.П. Типологическая характеристика осушенных лесов / С.П. Каразия, Т.К. Капустинскаяйте // Вопросы лесной типологии и биогеоценологии в Южной Прибалтике. – Каунас, 1977. – С. 107-120.

Кац, Н.Я. Атлас растительных остатков в торфах / Н.Я. Кац, С.В. Кац, Е.И. Скобеева. – М.: Недра, 1977. – 376 с.

Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. – 1998.

Козловская, Л.С. Взаимодействие дождевых червей и почвенной микрофлоры / Л.С. Козловская // Заболоченные леса и болота Сибири. – М., 1963. – С. 183-218.

Козловская, Л.С. Динамика органического вещества в процессе торфообразования / Л.С. Козловская В.М. Медведева, Н.И. Пьявченко. – Л., 1978. – 174 с.

Козловская, Л.С. Экологические факторы разложения болотных растений / Л.С. Козловская // Почвенные исследования в Карелии. – Петрозаводск, 1975. – С. 190-197.

Колесников, Б.П. Леса Свердловской области. Леса СССР / Б.П. Колесников. – М.: Наука, 1969. – Т. 4. – С. 64-124.

Колесников, Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области / Б.П. Колеников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 174 с.

Коллист, П.И. Некоторые данные о лесорастительных условиях на осушенных переходных болотах / П.И. Коллист // Тр. ин-та леса АН СССР. – 1959. – Т. 49. – С. 19-26.

Коломыщев, В.А. Болота и их динамика в ландшафтах подзоны средней тайги Карелии: автореферат. канд. географ. наук: 11.00.11 / Виктор Александрович Коломыщев. – Л., 1988. – 15 с.

Комин, Г.Е. Влияние пожаров на возрастную структуру и рост северотажных заболоченных сосняков Зауралья / Г.Е. Комин // Типы и динамика лесов Урала и Зауралья: труды инст. экологии и животных УФАН СССР. – Свердловск, 1967 а. – Вып. 53. – С. 207-221.

Комин, Г.Е. Возрастная структура древостоев и принципы ее типизации / Г.Е. Комин, И.В. Семечкин // Лесоведение. – 1970. – № 2. – С. 24-33.

Комин, Г.Е. К вопросу о типах возрастной структуры насаждений Текст. / Г.Е. Комин // ИВУЗ Лесной журнал. – 1963. – № 3. – С.37-42.

Комин, Г.Е. Некоторые особенности строения разновозрастных древостоев заболоченных сосняков / Г.Е. Комин // Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала и ведение хозяйства в них. – Красноярск, 1967. – С. 19-26

Константинов, В.К. Гидротехническая мелиорация лесных земель на современном этапе / В.К. Константинов, Г.Б. Великанов // Мониторинг осушенных лесов. – СПб: СПбГЛТА, 2001. – С. 9-10.

Константинов, В.К. К вопросу о рациональном использовании и охране болот / В.К. Константинов, Р.В. Беспалько, Г.Б. Великанов, А.В. Кудряшев, А.А. Порошин, Ю.А. Фролов // Санкт-Петербургскому научно-исследовательскому институту лесного хозяйства – 75 лет // Тр. СПбНИИЛХ. – СПб, 2004. – Вып. 2 (12). – С. 281-300.

Константинов, В.К. Лесоводственная эффективность поверхностного осушения вырубок / В.К. Константинов, А.А. Порошин // Эколого-экономические аспекты гидролесомелиорации: сб. науч. тр. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2003. – С. 42-44.

Константинов, В.К. Некоторые вопросы осушения болот с бедными торфами / В.К. Константинов, И.А. Юзепчук // Исследования по лесному хозяйству. – Псков, 1972. – С. 372-335.

Константинов, В.К. О рациональном использовании болот в Новгородской области / В.К. Константинов, В.Ф. Корольчук, Г.Ф. Кузьмин, Л.А. Созинова, А.А. Порошин, О.А. Савельев // Лесное хозяйство и комплексное природопользование. – СПб: СПбНИИЛХ, 2010а. – Вып. 2 (22). – С. 206-216.

Константинов, В.К. Основания и пути возрождения гидролесомелиорации в России / В.К. Константинов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2016. – № 1. – С. 12-16.

Константинов, В.К. Рациональное использование и охрана переувлажнённых земель в лесном фонде Северо-Запада России / В.К. Константинов, В.Ф. Корольчук, О.А. Савельев. – СПб: СПбНИИЛХ, 2010. – 81 с.

Константинов, В.К. Состояние гидролесомелиоративных систем и их реконструкция / В.К. Константинов, А.А. Порошин. – СПб: СПбНИИЛХ, 2007. – 135 с.

Константинов, В.К. Эффективность осушения, рациональное использование и охрана от пожаров лесных земель / В.К. Константинов // Вестник международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – СПб, 2016. – Т. 21, № 1. – С. 24-33.

Корепанов, А.А. Влияние осушения и удобрения на производительность сосняков на олиготрофом болоте // А.А. Корепанов, В.Г. Бусоргин, А.Д. Корепанов // Повышение продуктивности, рациональное использование и охрана земель лесного фонда. – СПб: СПбНИИЛХ, 2011. – Вып. 2 (25). – С. 54-60.

Корепанов, А.А. Влияние осушения на режим почвенно-грунтовых вод и производительность насаждений (на примере Нечерноземного Прикамья): автореферат дисс. д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Анатолий Анатольевич Корепанов. – Красноярск, 1989. – 32 с.

Корепанов, А.А. Влияние осушения на экологию произрастания леса // А.А. Корепанов, Н.А. Дружинин. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1994. – 208 с.

Корепанов, А.Д. Эколого-лесоводственное обоснование параметров осушения лесных болот Прикамья: дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Александр Дмитриевич Корепанов. – Екатеринбург, 2012. – 239 с.

Корепанов, С.А. Влияние осушения мезоолиготрофных болот на экологию и рост леса: науч. издание / С.А. Корепанов, Д.А. Корепанов. – Йошкар-Ола: АНИИУЛБП, 2002. – 120 с.

Корепанов, С.А. Рост леса на осушенных мезоолиготрофных болотах / С.А. Корепанов // Региональные проблемы изучения и использования избыточно увлажненных земель. материалы совещаний. – Екатеринбург: УГЛТА, 2000. – 156 с.

Корольчук, В.Ф. Еще раз к вопросу о гидролесомелиорации торфяных болот / В.Ф. Корольчук, В.К. Константинов, А.В. Кудряшев, Ю.А. Фролов, С.А.

Выродова // Повышение продуктивности, рациональное использование и охрана земель лесного фонда: материалы Всероссийской научно-производственной конференции с международным участием. – СПб: СПбНИИЛХ, 2011. – Вып. 2 (25). – С. 295-309.

Косицын, В.Н. Состояние и урожайность дикорастущих клюквенников на объектах гидролесомелиорации / В.Н. Косицын // Гидротехническая мелиорация земель, ведение лесного хозяйства и вопросы экологии. – СПб: СПбНИИЛХ, 1997. – С. 100-1101.

Коткова, В.М. Трутовые грибы: материалы международного курса по экологии и таксономии дереворазрушающих базидиомицетов в Центрально-Лесном заповеднике: учебное пособие / В.М. Коткова, Т. Ниемеля, И.А. Винер, Д.С. Щигель, А.В. Кураков. – Хельсинки: Helsinki University Printing House, 2015. – 95 с.

Кощев, А.Л. Заболачивание вырубок и меры борьбы с ними / А.Л. Кощев. – М.: АН СССР, 1955. – 165 с.

Красильников, Н.А. Биологические особенности мелиорированных земель / Н.А. Красильников. – Минск: Инпредио, 1998. – 216 с.

Красная книга Свердловской области: животный, растения, грибы / отв. ред. Н.С. Корытин. – Екатеринбург: Баско, 2008. – 256 с.

Кряжевских, Н.А. Надземная фитомасса травяно-кустарничкового яруса и изменение ее продуктивности под влиянием осушения в условиях Среднего Урала / Н.А. Кряжевских, С.В. Залесов // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1995. – Вып. 18. – С. 133–140.

Кряжевских, Н.А. Состояние сосновых насаждений и лесоводственная эффективность рубок под влиянием лесосушительной мелиорации на Среднем Урале: дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Надежда Аркадьевна Кряжевских. – Екатеринбург, 1995. – 244 с.

Кудряшов, М.М. Лесоосушению нужен постоянный и надежный источник финансирования / М.М. Кудряшов, В.А. Ильин, И.В. Филинова // Мониторинг осушенных лесов. – СПб: СПбГЛТА, 2001. – С. 17-22.

Кусакин, А.В. Гидротехнические мелиорации: учебное пособие / А.В. Кусакин, Т.Е. Шведова. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2010. – 208 с.

Лайне, Ю. Влияние осушения на насаждения окружающих суходолов / Ю. Лайне, К. Сеппеля // Осушение лесных земель: тезисы докл. Советско-Финского симпозиума. – Петрозаводск, 1978. – С. 150-161.

Леса Европейской территории России в условиях меняющегося климата / А.В. Ольчева, В.К. Авилов, А.С. Байбар, Н.В. Белотелев [и др.]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. – 276 с.

Луганский, Н.А. Влияние проходных рубок на таксационные показатели древостоя осушенного сосняка осоково-кустарничкового / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, Д.М. Карсуков, С.Г. Казанцев // ИВУЗ Лесной журнал. – 2002. – № 3. – С. 7-11.

Луганский, Н.А. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения: учеб. пособие. / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. – 128 с.

Маковский, В.И. Влияние осушения на трансформацию травяно-кустарничкового яруса в болотных лесах Среднего Урала / В.И. Маковский, Г.Г. Новгородова, А.С. Чиндяев // Актуальные проблемы осушения на Среднем Урале: информ. материалы. – Свердловск: УрО АН СССР, 1989. – С. 144-145.

Маковский, В.И. Гидролесомелиоративное районирование Свердловской области / В.И. Маковский, Б.П. Колесников, Е.П. Смолоногов // Мелиорация сельскохозяйственных и лесных угодий европейского Севера СССР. – Петрозаводск, 1977. – С. 17-19.

Маковский, В.И. Лесоводственно-экологические основы мелиорации лесов на Среднем Урале / В.И. Маковский, А.С. Чиндяев. – Свердловск: УрО АН СССР, 1988. – 95 с.

Маковский, В.И. Наземная фитомасса травяно-кустарничкового яруса / В.И. Маковский, Г.Г. Новгородова // Лесозэкологические и палинологические

исследования болот на Среднем Урале. – Свердловск: УрО РАН СССР, 1990. – С. 28-32.

Марков, В.В. Торфяные ресурсы мира / В.В. Марков, А.С. Оленин, Л.А. Оспенникова, Е.И. Скобеева, П.И. Хорошев – М.: Наука, 1988. – 384 с.

Маслаков, Е.Л. О создании плантационных культур на осушенных площадях гидролеосмелиоративного фонда / Е.Л. Маслаков // Эффективность и организация по осушению лесных земель в Коми АССР. – Сыктывкар, 1988. – С. 47-47.

Маслов, Б.С. Вопросы истории мелиорации торфяных болот и развитие науки / Б.С. Маслов // Вестник ТГПУ. – 2008. – Вып. 4 (78). – С. 64-69.

Маслов, Б.С. Мелиорация торфяных болот: учебник / Б.С. Маслов. – Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2006. – 195 с.

Матвеева, М.А. Влияние осушения и выборочных рубок на хвойно-лиственные древостои Среднего Урала: дисс. канд. с-х. наук: 06.03.03 / Мария Александровна Матвеева. – Екатеринбург, 1998. – 150 с.

Матюшкин, В.А. Формирование и продуктивность сосновых насаждений на осушенных болотах / В.А. Матюшкин, С.А. Мошников, И.А. Бердников // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. Естественные и технические науки. – 2010. – № 4. – С. 56-60.

Матюшкин, В.А. Эффективность проведения рубок реформирования и внесение минеральных удобрений в осушаемом сосняке травяно-сфагновом / В.А. Матюшкин // Лесное хозяйство и комплексное природопользование. – СПб: СПбНИИЛХ, 2010. – Вып. 2 (22). – С. 72-76.

Медведева, В.М. Естественное облесение осушенных болот / В.М. Медведева // Исследования по лесному болотоведению и мелиорации. – Петрозаводск: Карелия, 1978. – С. 95-108.

Медведева, В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны / В.М. Медведева. – Петрозаводск: Карелия, 1989. – 168 с.

Мелиоративная энциклопедия. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – Т. 2 (К-П). – С. 136.

Мерзликин, И.А. Влияние осушения на изменение водно-физических и агрохимических свойств торфа сфагнового болота / И.А. Мерзликин, А.С. Чиндяев // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. – Вып. 21. – С. 307–311.

Михович, А.И. Регулируемое лесоосушение / А.И. Михович. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – С. 37-50.

Незабудкин, Г.К. Типы деформации корней, как одна из придержек для оценки качества работы посадочных орудий / Г.К. Незабудкин. – Йошкар-Ола: ПЛТИ, 1939. – 145 с.

Нешатаев, В.Ю. Антропогенная динамика таежной растительности европейской России: дисс. д-ра биол. наук: 03.02.08 / Василий Юрьевич Нешатаев. – СПб, 2017. – 312 с.

О правилах санитарной безопасности в лесах. Постановление Правительства РФ от 20.05.2017 № 607. – URL: <http://www.consultant.ru/>

Опытное лесохозяйственное предприятие Уральской лесотехнической академии. Научные и производственные объекты учебного научно-производственного комплексного предприятия: сборник информационных материалов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. академия, 1995. – 131 с.

Орлов, А.Я. Наблюдения за сосущими корнями ели (*Picea excelsa* Link) в естественных условиях / А.Я. Орлов // Ботанический журнал. – 1957. – Т. 2., № 8. – С. 1172-1181.

Орлов, А.Я. Рост и жизнедеятельность сосны, ели и березы в условиях затопления корневых систем / А.Я. Орлов // Влияние избыточного увлажнения почв на продуктивность лесов. – М., 1966. – С. 112-154.

Основные положения по гидролесомелиорации: метод. рекомендации. – СПб: СПБНИИЛХ, 1995. – 24 с.

ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. – М., 1983. – 60 с.

ОСТ 56-76-84 Гидролесомелиорация избыточно увлажненных земель. Термины и определения. – М., 1984. – 10 с.

Пахучая, Л.М. Санитарное состояние насаждений на объектах гидролесомелиорации в Республике Коми / Л.М. Пахучая // «Февральские чтения по итогам научно – исследовательской работы профессорско-преподавательского состава СЛИ в 2013 году»: научное электронное издание. – Сыктывкар, 2014. – С. 262-264.

Пахучий, В.В. Лесоводственно-гидрологическое обоснование гидролесомелиорации лесных земель (на примере Республики Коми): автореферат д-ра с-х. наук: 06.03.03 / Владимир Васильевич Пахучий. – СПб, 1993. – 30 с.

Пахучий, В.В. Лесоводство на заболоченных землях – итоги стационарных исследований в Республике Коми / В.В. Пахучий, Л.М. Пахучая // Стационарные исследований лесных и болотных биогеоценозов: экология, продукционный процесс, динамика: тезисы докладов Всеросс. науч. конф. с международным участием. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2016. – С. 17-18.

Пахучий, В.В. Лесоводство на заболоченных землях: монография / В.В. Пахучий, Л.М. Пахучая. – СПб: СПбГЛТУ, 2017. – 232 с.

Пахучий, В.В. Опыт гидролесомелиорации и результаты исследований на объектах лесосошения в Республике Коми / В.В. Пахучий, Л.М. Пахучая // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск, 2014. – Вып. 38. – С. 41-44.

Пахучий, В.В. Рубки для заготовки древесины на объектах гидролесомелиорации / В.В. Пахучий // Февральские чтения по итогам научно-исследовательской работы Сыктывкарского лесного института в 2015 году (г. Сыктывкар, 16-19 февраля 2016 г.). – Сыктывкар: СЛИ, 2016. – С. 182-187.

Пахучий, В.В. Факторы продуктивности осушенных насаждений Европейского Северо-Востока / В.В. Пахучий. – Сыктывкар, 1991. – 104 с.

Петров, Е.Г. Водный режим и продуктивность лесных фитоценозов на почвах атмосферного увлажнения / Е.Г. Петров. – Минск: Наука и техника, 1983. – 213 с.

Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. / А.В. Побединский, М.: Наука, 1966. – 64 с.

Погодина, Г.С. Почвы / Г.С. Погодина, Н.Н. Розов // Урал и Приуралье. – М., 1968. – С. 167-210.

Поляков, Е.Г. Создание продуктивных насаждений на осушенных землях / Е.Г. Поляков. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 119 с.

Порошилов, А.В. Особенности роста и развития корневой системы *Picea obovata* Ledeb. на торфяных почвах Среднего Урала: автореф. дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Арсений Владимирович Порошилов. – Екатеринбург, 2007. – 24 с.

Приказ МПР РФ № 183 от 16.07.2007 г. (с изменениями 05.11.2013) «Правила лесовосстановления». – URL: <http://www.consultant.ru/>

Приказ МПР РФ № 367 от 18.08.2014 г. (ред. от 21.03.2016 г.) «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». – URL: <http://www.consultant.ru/>

Приказ МПР РФ № 474 от 13.09.2016 г. «Об утверждении правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации». – URL: <http://www.consultant.ru/>

Пьявченко, Н.И. Лесное болотоведение / Н.И. Пьявченко. – М.: АН СССР, 1963. – 191 с.

Пьявченко, Н.И. О взаимовлиянии материнского древостоя и подроста в сосняке кустарничково-сфагновом / Н.И. Пьявченко // Тр. МОИП. Отдел биологический. – М., 1960. – Т. 3. – С. 213-220.

Пьявченко, Н.И. О роли атмосферной пыли в питании болот / Н.И. Пьявченко, З.А. Сибирева. // Доклады АН СССР. – 1959. – Т. 124. – С. 414-417.

Пьявченко, Н.И. Торфяные болота. Их природное и хозяйственное значение. – М.: Наука, 1985. – 151 с.

Пятецкий, Г.Е. Осушение ленных земель в Карелии / Г.Е. Пятецкий. – Петрозаводск: Карел. кн. изд-во, 1963. – 91 с.

Пятин, Г.М. Влияние минеральных удобрений на процесс облесения верховых болот / Г.М. Пятин // Осушение и освоение заболоченных земель в Нечерноземной зоне РСФСР. – Л., 1976. – Вып. 24. – С. 70-74.

Ракович, В.А. Восстановление нарушенного мелиорацией лесного болота Червенское (Галое) / В.А. Ракович, О.Н. Ратникова // Природопользование. 2012. – Вып. 21. – С. 155-165.

Рубцоа, В.Г. Закладка и обработка пробных площадей в осушенных насаждениях / В.Г. Рубцов, А.А. Книзе. – Л., 1974. – 56 с.

Рубцов, В.Г. Анализ роста осушенных и разреженных древостоев / В.Г. Рубцов, А.И. Кузнецов, А.А. Книзе. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1975. – 52 с.

Рубцов, В.Г. Ведение лесного хозяйства в мелиорированных лесах / В.Г. Рубцов, А.А. Книзе. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 120 с.

Рубцов, В.Г. Оценка лесовозобновления на разных категориях осушенных площадей: метод. рекомендации / В.Г. Рубцов. – Л.: Издание ЛенНИИЛХ, 1973. – 62 с.

Руководство по осушению лесных земель. – М., 1985, 1986. – Ч. I. – 63 с.

Русецкас, Ю. Естественное возобновление под пологом древостоев, произрастающих на неосушенных и осушенных евтрофных болотах / Ю. Русецкас, В. Григальюнас // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления: материалы Всеросс. науч. конф. с международ. участием. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – С. 183-186.

Русецкас, Ю.Ю. Изменение химического состава осадков под кронами деревьев и почвенно-грунтовых вод болотных лесов под влиянием осушения / Ю.Ю. Русецкас // Тр. ЛитНИИЛХ. – Каунас, 1977. – Т. 17. – С. 90-97.

Русецкас, Ю.Ю. Теоретические основы совершенствования гидролесомелиорации: автореферат дисс. д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Юозас Юозо Русецкас. – Л., 1991. – 32 с.

Рязяпов, Р.И. Строение и пространственная организация старовозрастных сосняков южной части Приволжской возвышенности: автореферат канд. биол. наук: 03.02.08 / Ринат Ильдарович Рязяпов. – Саратов, 2011. – 20 с.

Сабо, Д.Е. Естественное возобновление на осушенных болотах / Д.Е. Сабо, Л.И. Спешнева, С.В. Шаренко, В.В. Юрасова // Лесное хозяйство. – 1981. – № 11. – С. 19-21.

Сабо, Д.Е. Показатели эффективности мелиорации / Д.Е. Сабо // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления. – Петрозаводск, 2009. – № 1. – С. 226-227.

Сабо, Д.Е. Справочник гидролесомелиоратора / Д.Е. Сабо, Ю.Н. Иванов, Д.А. Шатилло. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 200 с.

Сабо, Е.Д. Гидролесомелиоративный фонд СССР и перспективы его осушения / Е.Д. Сабо // Значение болот в биосфере. – М.: Наука, 1980. – С. 16-24.

Сабо, Е.Д. Обоснование гидролесомелиорации: автореферат дисс. д-ра техн. наук / Евгений Дюльевич Сабо. – М.: МГИ, 1983. – 47 с.

Саковец, В.И. Изменение напочвенного покрова и продуктивности осушаемых сосновых насаждений / В.И. Саковец, В.А. Матюшин, О.Н. Скороходова // Мелиорация, ведение лесного хозяйства и лесопользование. – СПб, 2006. – С. 275-278.

Саковец, В.И. Лесоводственно-экологическая оценка гидролесомелиорации в условиях Северо-Запада таежной хоны России (на примере Карелии): автореферат дисс. д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Владимир Иванович Саковец. – СПб, 2001. – 46 с.

Саковец, В.И. Экологические аспекты гидролесомелиорации в Карелии // В.И. Саковец, Н.И. Германова, В.А. Матюшкин. – Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. – 154 с.

Санникова, Н.С. Экологические особенности естественного возобновления под пологом сосновых лесов Среднего и Южного Зауралья: автореф. канд. биол. наук: 03.00.16 / Нелли Серафимовна Санникова. – Свердловск, 1984. – 16 с.

Санников, С.Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса: монография / С.Н. Санников, Н.С. Санникова. – М.: Наука, 1985. – 150 с.

Санникова, Н.С. Факторы конкуренции древостоя-эдификатора: количественный анализ и синтез / Н.С. Санникова, С.Н. Санников, И.В. Петрова, Ю.Д. Мищикина, О.Е. Черепанова // Экология. – 2012. – № 6. – С. 403-409.

Санникова, Н.С. Микроэкосистемный анализ структуры и возобновления популяций сосны на суходоле и верховом болоте / Н.С. Санникова, И.В. Петрова, А.А. Чучалина // Известия ОГАУ. – 2012а. – № 5 (37). – С.230-233.

Семенова, К.С. Обоснование противопожарного шлюзования осушенных торфяников в условиях Мещерской низменности: дисс. канд. техн. наук: 06.01.02 / Кристина Сергеевна Семенова. – М., 2016. – 130 с.

Синюткина, А.А. Оценка потенциальной пожароопасности осушенных болот Томской области / А.А. Синюткина, Е.Н. Бурнашова, А.А. Беленко, Л.П. Гашкова, А.А. Малолетко // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326, № 12. – С. 45-53.

Смирнов, А.П. Динамика живого напочвенного покрова в разновозрастных осушаемых сосняках, пройденных рубками / А.П. Смирнов, Чыонг Ву Ван, А.Ф. Потокин, А.А. Смирнов // Известия ЛТА. – 2016. – Вып. 216. – С. 57-70.

Смирнов, А.П. Лесорастительный потенциал осушенных торфяно-болотных почв и его рациональное использование: дисс. д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Александр Петрович Смирнов. – СПб, 2003. – 313 с.

Смирнов, А.П. Сравнительная оценка качества древесины высокопродуктивных сосняков на осушенных торфяных почвах / А.П. Смирнов, Г.А. Пазухина // ИВУЗ Лесной журнал. – Архангельск, 2003. – № 1. – 112-120.

Смоляк, Л.П. Эколого-физиологические основы мелиорации лесных почв / Л.П. Смоляк, В.Г. Реуцкий. – Минск: Наука и техника, 1971. – 160 с.

Соколов, Н.Н. Формирование густоты сосновых молодняков на верховом болоте после осушения / Н.Н. Соколов, А.А. Бахтин // Проблемы лесовыращивания на Европейском Севере. – Архангельск, 1999. – С. 79-84.

Солнцев, Р.В. Лесоводственная эффективность осушительной мелиорации в заболоченных сосняках и на их вырубках в условиях Среднего Урала (на

примере стационара «Северный»): дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Роман Викторович Солнцев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. – 147 с.

Сортиментные и товарные таблицы для осушенных сосняков Ленинградской области: методические рекомендации / Государственный комитет СССР по лесному хозяйству, Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; сост.: А.А. Книзе, А.Г. Мошкалева. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1979. – 28 с.

Судник, А.В. Восстановление естественного гидрологического режима на территории заказников «Ветеревический» и «Копыш» / А.В. Судник, М.В. Ермохин, И.Н. Вершицкая, С.С. Терещенко // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны: материалы II Международного научного семинара – Минск: Колорград, 2015. – С. 107-109.

Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, С.В. Зонн. – М.: АН СССР, 1961. – 104 с.

Сукачев, В.Н. Проблемы фитоценологии: избранные труды / В.Н. Сукачев. – Л.: Наука, 1975. – Т. 3. – 544 с.

Тараканов, А.М. Возрасты спелости и способы рубок осушаемых лесов / А.М. Тараканов // Лесное хозяйство и комплексное природопользование. – СПб: СПбНИИЛХ, 2010. – Вып. 2 (22). – С. 46-53.

Тараканов, А.М. Лесоводственные требования к проведению рубок ухода в осушаемых лесах Европейского Севера / А.М. Тараканов // Гидротехническая мелиорация земель лесного фонда: результаты и проблемы: материалы выездного заседания бюро Межведомственного науч.-технич. совета и научной секции Россельхозакадемии по гидроресурсам мелиорации. – СПб: СПбГЛТА-ФУ «СПбНИИЛХ», 2005. – С. 78-88.

Тараканов, А.М. Лесорастительные свойства почв заболоченных лесов европейского севера и естественное возобновление под их пологом / А.М. Тараканов // Повышение производительности и эффективности использования лесов

на осушенных землях: материалы междунар. совещания. – СПб, 2008. – С. 230-238.

Тараканов, А.М. Рост осушаемых лесов Европейского Севера России и ведение хозяйства в них: дисс. д-ра с.-х. наук: 06.03.02 / Анатолий Михайлович Тараканов. – Архангельск, 2007. – 396 с.

Тимофеев, А.И. Возобновление сосны на осушенных мелких торфяниках / А.И. Тимофеев // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л., 1982. – № 11. – С. 70-74.

Третьяков, Н.В. Закон единства в строении насаждений / Н.В. Третьяков. – Л.: Новая деревня, 1927. – 113 с.

Тукачева, А.В. Анализ горимости лесов Уральского учебно-опытного лесхоза / А.В. Тукачева, С.В. Залесов, Е.С. Залесова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы VIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. – Ч. 1. – С. 168-171.

Тукачева, А.В. Специфика горимости лесов после осушения / А.В. Тукачева, С.В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: Мат. X Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – Ч. 2. – С. 181-183.

Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.

Усольцев, В.А. Методы определения биологической продуктивности насаждений: монография / В.А. Усольцев, С.В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. – 147 с.

Федоров, Ю.С. Оценка трансформации болотных экосистем как основа рационального их охраны и рационального использования: на примере Среднего Урала: автореферат дисс. канд. географ. наук: 11.00.11 / Юрий Семенович Федоров. – Екатеринбург, 1999. – 150 с.

Федорчук, В.Н. Лесные экосистемы северо-западных районов России. Типология, динамика, хозяйственные особенности / В.Н. Федорчук, В.Ю. Нешатаев, М.Л. Кузнецова. – СПб, 2005. – 382 с.

Федотов, С.С. О естественном облесении осушенных переходных болот / С.С. Федотов // Комплексная оценка болот и заболоченных лесов в связи с их мелиорацией. – Новосибирск, 1973. – С. 104-112.

Феклистов, П.А. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги / П.А. Феклистов, В.Н. Евдокимов, В.М. Барзут. – Архангельск. 1997. – 140 с.

Феклистов, П.А. Особенности ассимиляционного аппарата, водного режима и роста деревьев сосны в осушенных сосняках: монография / П.А. Феклистов, О.Н. Тюкавина. – Архангельск: ИД САФУ. – 2014. – 179 с.

Фирсова, В.П. Почвы таежной зоны Урала и Зауралья / В.П. Фирсова. – М.: Наука, 1977. – 176 с.

Фролов, Ю.А. Охрана осушаемых земель лесного фонда от пожаров / Ю.А. Фролов, В.К. Константинов // Практическая гидролесомелиорация. – СПб: СПбНИИЛХ, 2005. – С. 72-75.

Хабарова, Е.П. Ассимиляционный аппарат сосны на осушенных и избыточно увлажненных площадях: автореферат дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Елена Павловна Хабарова. – Архангельск, 2016. – 20 с.

Харитонов, А.Н. О регулировании водного режима в осушенных лесах, пройденных рубками / А.Н. Харитонов, Ю.А. Попов // Гидролесомелиорация и рациональное природопользование. – СПб, 1992. – С. 82-84.

Хмелевский, В.И. Восстановление болотных экосистем национального парка «Припятский» / В.И. Хмелевский // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны: материалы II Международного научного семинара. – Минск: Колорград, 2015. – С. 119-121.

Хорошавин, Л.Б. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфо-композиты: монография / Л.Б. Хорошавин, О.А. Медведев, В.А. Беляков, Е.В. Михеева, В.С. Руднов, Е.А. Байтимилова. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 256 с.

Цареградская, С.Ю. Оценка состояния растительного покрова после сильного торфяного пожара / С.Ю. Цареградская, В.Н. Косицын // Болота и заболоченные земли в свете задач устойчивого природопользования: материалы совещания. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 156-158.

Чертовской, В.Г. Лесохозяйственная эффективность осушения заболоченных лесов севера / В.Г. Чертовской, Г.И. Истомина // Повышение производительности лесов и лесных площадей путем осушительной мелиорации: материалы расширенного пленума ВАСХНИЛ. – Рига, 1968. – С. 21-23.

Чикалюк, В.Ф. К вопросу о лесопользовании на осушенных площадях / В.Ф. Чикалюк, А.А. Книзе // Лесопользование и гидролесомелиорация: матер. Всерос. симпозиума – СПб; Вологда: СевНИИЛХ, 2007. – Ч. 1. – С. 26-27.

Чикалюк, В.Ф. Повышение производительности и эффективности использования сосновых насаждений на осушаемых торфяных почвах: автореферат дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Виктор Федорович Чикалюк. – Архангельск, 2009. – 19 с.

Чиндяев, А.С. 20-ти летняя постмелиоративная динамика роста осушенных еловых древостоев / А.С. Чиндяев // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: УГЛТА, 1998. – Вып. 20. – С. 115-120.

Чиндяев, А.С. Антропогенная трансформация лесных торфяных почв / А.С. Чиндяев, А.В. Горяева // Лесное хозяйство и комплексное природопользование / Тр. СПбНИИХ. – СПб: СПбНИИХ, 2010. – Вып. 2 (22). – С. 217-224.

Чиндяев, А.С. Влияние вырубki древостоя и осушения на рост молодняков сосны на сфагновых болотах / А.С. Чиндяев, И.А. Иматова // Гидротехническая мелиорация земель: ведение лесного хозяйства и вопросы экологии. – СПб, 1997. – С. 80-83.

Чиндяев, А.С. Влияние осушения и лесохозяйственных мероприятий на лесоболотные биогеоценозы в условиях Среднего Урала: монография / А.С. Чиндяев, М.А. Матвеева, В.В. Александров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 151 с.

Чиндяев, А.С. Гидролесомелиоративные стационары в уральском учебно-опытном лесхозе УГЛТУ / А.С. Чиндяев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – 80 с.

Чиндяев, А.С. Гидролесомелиоративный стационар «Северный» УГЛТУ / А.С. Чиндяев // Мелиоративно-болотные стационары России. – Финляндия: Научный центр ВАНТАА. METLA, 2006. – С. 207-208.

Чиндяев, А.С. Естественное возобновление в болотных лесах Среднего Урала / А.С. Чиндяев, И.А. Иматова, В.В. Александров, А.Р. Иматов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – 110 с.

Чиндяев, А.С. Культуры хвойных пород на торфяных почвах / А.С. Чиндяев, Е.А. Соловьев, В.В. Александров. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. – 88 с.

Чиндяев, А.С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала / А.С. Чиндяев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 1995. – 185 с.

Чиндяев, А.С. Лесоводственно-мелиоративная характеристика стационара «Северный» Уральского лесотехнического института / А.С. Чиндяев, Л.А. Бирюкова, В.И. Маковский // Лесозоологические и полинологические исследования болот на Среднем Урале. – Свердловск, 1990. – С. 3-13.

Чиндяев, А.С. Лесохозяйственная эффективность гидролесомелиорации на Среднем Урале / А.С. Чиндяев, А.Р. Иматов, И.А. Иматова, М.А. Матвеева // Болота и заболоченные земли в свете задач устойчивого природопользования: материалы совещаний. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 287-290.

Чиндяев, А.С. Общая характеристика стационара «Северный» в Уральском учебно-опытном лесхозе / А.С. Чиндяев, Л.А. Бирюкова, В.И. Маковский // Актуальные проблемы осушения на Среднем Урале: информ. матер. к совещ. – Свердловск: УрО АН СССР, 1989. – С. 171-173.

Чиндяев, А.С. Особенности функционирования мелиорированных лесоболотных биогеоценозов / А.С. Чиндяев, А.В. Горяева // Повышение производительности и эффективности использования лесов на осушенных землях. Материалы международного совещания. – СПб: Изд-во СПбНИИЛХ, 2008. – С. 218-225.

Шведова, Т.Е. Исследование состояния спелых и перестойных хвойных насаждений осушенных болот Волго-Вятского района: автореферат дисс. канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Татьяна Евгеньевна Шведова. – СПб, 1997. – 18 с.

Эркин, Г.Д. Влияние осушение на производительность лесов / Г.Д. Эркин. – М.-Л.: Гослестезиздат, 1934. – 200 с.

Якимов, Н. Осушение лесных земель: результаты, состояние, проблемы и пути решения / Н. Якимов // Земля Беларуси. – 2016. – № 2. – С. 25-26.

Anshari, G.Z. Drainage and land use impacts on changes in selected peat properties and peat degradation in west Kalimantan province / G.Z. Anshari, M. Afifudin, M. Nuriman, E. Gusmayanti, L. Arianie, R. Susana, R.W. Nusantara, J. Sugardjito, A. Rafiastanto // Biogeoscience. – Indonesia, 2010. – P. 3403-3419.

Braekke, F.H. Water table levels at different drainage intensities on deep peat in Northern Norway / F.H. Braekke // Forest Ecology and Management, 1983. – Volume 5 (Issue 3). – P. 169-192.

Draining forest land: literature review. Nova Scotia Department of lands and forests, 1989. – 8 p.

Ernfors, M. Nitrous oxide emissions from drained organic forest soils – an up-scaling based on C:N ratios / M. Ernfors, K. Arnold, J. Stendahl, M. Olsson, L. Klemmedtsson // Biogeochemistry. – 2007. – № 84. – P. 219-231.

Furukawa, Y. Effect of changing groundwater levels caused by land-use changes on greenhouse gas fluxes from tropical peat lands / Y. Furukawa, K. Inubushi, M. Ali, A.M. Itang, H. Tsuruta // Nutr Cycl Agroecosys. – 2005. – Volum 71 (Issue 1). – P. 81-91.

Goldammer, J.G. Preliminary Assessment of the Fire Situation in Western Russia in 2010 by the Global Fire Monitoring Center / J.G. Goldammer // International Forest Fire News. – 2010. – №. 40. – P. 20-42.

Guoping, W. Effect of fire on phosphorus forms in Sphagnum moss and peat soils of ombrotrophic bogs / W. Guoping, Yu. Xiaofei, B. Kunshan, X. Wei, G. huanyu, L. Qianxin, L. Xianguo // Chemosphere. – 2015. – Volume 119. – P. 1329-1334.

He, H. Factors controlling Nitrous Oxide emission from a spruce forest ecosystem on drained organic soil, derived using the CoupModel / H. He, P.-E. Jansson, M. Svensson, A. Meyer, L. Klemetsson, A. Kasimir // *Ecological Modelling*. – 2016. – Volume 321. – P. 46-63.

Heikurainen, L. Development of seedlings stands on drained peatlands / L. Heikurainen // *Silva fenn*, 1982. – Volume 16 (3). – P. 287-321.

Heikurainen, L. Futkimus metsäoyitusalueiden tilasta punstosto / L. Heikurainen // *Acta forestalia Fennica*. – Helsinki, 1959a. – № 69. – P. 279.

Heikurainen, L. Improvement of forest growth on poorly drained peat soils / L. Heikurainen, // *Int'l Rev. Forestry Research*. – New York: Academic Press, 1964. – Volume 1. – P. 39-113.

Heikurainen, L. Summary: Effect of fertilization, drainage and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps / L. Heikurainen, J. Laine // *Acta forest, fenn*, 1976. – Vol. 150. – P. 29-38.

Heikurainen, L. Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland / L. Heikurainen // *Sonderabdruck aus den Acta Forest Fenn*. – 1959. – № 69. – P. 4-279.

Hökkä, H. Suomen suometsät 1951–1994 / H. Hökkä, S. Kaunisto, K.T. Korhonen, J. Päivänen, A. Reinikainen, E. Tomppo // *Metsätieteen aikakauskirja*. – 2002. – P. 201-357.

Holden, J. Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration / J. Holden, P.J. Chapman, J.C. Labadz // *Progress in Physical Geography*. – 2004. – № 28 (1). – P. 95-123.

Hommeltenberg, J. Can a bog drained for forestry be a stronger carbon sink than a natural bog forest? / J. Hommeltenberg, H.P. Schmid, M. Drosler, P. Werle // *Biogeosciences Discuss*. – 2014. – № 11. – P. 2189-2226.

Ipatiev, V. Lannoituksen vaikutuksen kestoalka vanhassa tupasvillärämeen mannikössä / V. Ipatiev, E. Paavilainen // *Folia forest*. – 1975. – № 241. – P. 1-13.

Jutras, S. Beneficial influence of plant neighbours on tree growth in drained forested peatlands: A case study / S. Jutras, H. Hökkä, J. Bégin, A.P. Plamondon // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2006. – Volume 36 (Issue 9). – P. 2341-2350.

Jutras, S. Impact du drainage forestier après coupe sur la croissance de l'épinette noire en forêt boréale / S. Jutras, J. Bégin, A.P. Plamondon // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2002. – Volume 32. – P. 1585-1596.

Jyväsjarvi, J. Does the taxonomic completeness of headwater stream assemblages reflect the conservation status of the riparian forest? / J. Jyväsjarvi, H. Suurkuukka, R. Virtanen, J. Aroviita, T. Muotka // *Forest Ecology and Management*. – 2014. – Volume 334. – P. 293-300.

Kasimir, A. Land use of drained peatlands: Greenhouse gas fluxes, plant production, and economics / A. Kasimir, H. He, J. Coria, A. Nordén // *Global Change Biology*. – 2018. – Volume 24 (Issue 8). – P. 3302-3316.

Keltikangas, M. Peatlands drained forestry during 1930-1978: results from field surveys on drained areas / M. Keltikangas, J. Laine, P. Puttonen, K. Seppala // *Acta forest, fenn.* – 1986. – Volume 193. – P. 82-83.

Korpela, L. The importance of forested mire margin plant communities for the diversity of managed boreal forests in Finland / L. Korpela. – Helsinki: Finnish Forest Research Institute, Vantaa Research Centre, 2004. – 60 p.

Lachance, D. The impact of peatland afforestation on plant and bird diversity in southeastern Québec / D. Lachance, C. Lavoie, A. Desrochers // *Écoscience*. – 2005. – № 12. – P. 161-171.

Laiho, R. Decomposition in peatlands: reconciling seemingly contrasting results on the impacts of lowered water levels / R. Laiho // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2006. – № 38 (8). – P. 2011–2024.

Laine, J. Ecological effects of peatland drainage for forestry / J. Laine, H. Vasander, T. Sallantausta // *Environmental Reviews*. – 1995. – № 3. – P. 286-303.

Landry, J. The drainage of peatlands: impacts and rewetting techniques / J. Landry, L. Rochefort. – Québec: Peatland Ecology Research Group, Université Laval, 2012. – 62 p.

Lauhanen, R. Effects of maintaining ditch networks on the development of Scots pine stands / R. Lauhanen, E. Ahti // *Suo*. – 2001. – № 52. – P. 29-38.

Lehosmaa, K. Anthropogenic impacts and restoration of boreal spring ecosystems / K. Lehosmaa. – Oulu: University of Oulu, 2018. – 56 p.

Lehosmaa, K. Groundwater contamination and land drainage induce divergent responses in boreal spring ecosystems / K. Lehosmaa, J. Jyväsjärvi, J. Ilmonen, P.M. Rossi, L. Paasivirta, T. Muotka // *Science of The Total Environment*. – 2018 – P. 100-109.

Linden, M. Late Holocene climate change and human impact recorded in a south Swedish ombrotrophic peat bog / M. Linden, B. Geel // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2006. – Volum. 240 (Issue 3-4). – P. 649-667.

Lõchmus, E. Anthropogenous forest site types on drained peatlands / E. Lõchmus // *Anthropogenous changes in the plant cover of Estonia*. – Tartu: Academy of Sciences of the E.S.S.R., 1981. – P. 77-90.

Maljanen, M. Afforestation does not necessarily reduce nitrous oxide emissions from managed boreal peat soils / M. Maljanen, N. Shurpali, J. Hytönen, P. Mäkiranta, L. Aro, H. Potila, J. Laine, C. Li, P.J. Martikainen // *Biogeochemistry*. – 2011. – № 108. – P. 199-218.

Minkkinen, K., *Climate Impacts of Peatland Forestry* / K. Minkkinen, K. A. Byrne, C. Trettin // *Peatlands and Climate Change* Ed: M. Strack. International Peat Society, 2008. – Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy, 2008. – P. 98-122.

Niemen, M. Export of Suspend Solid and Dissolved Elements from Peatland Areas after Ditch Network Maintenance in South-Central Finland / M. Niemen, A. Erkki, H. Koivusalo, T. Mattson, S. Sarkkola., A. Lauren // *Silva Fennica*. – Helsinki: Finnish Society of Forest Science, 2010. – № 44 (1). – P. 39-49.

Nieminen, M. Could continuous cover forestry be an economically and environmentally feasible management option on drained boreal peatlands? / M. Nieminen, H. Hökkä, R. Laiho, A. Juutinen, A. Ahtikoski, M. Pearson, S. Kojola, S. Sarkkola, S. Launiainen, S. Valkonen, T. Penttilä, A. Lohila, M. Saarinen, K. Hahti,

R. Mäkipää, J. Miettinen, M. Ollikainen // *Forest Ecology and Management*. – 2018. – Volume 424. – P. 78-84.

Nieminen, M. Nitrogen and phosphorus concentrations in discharge from drained peatland forests are increasing / M. Nieminen, T. Sallantausta, L. Ukonmaanaho, T. Nieminen, S. Sarkkola // *Science of The Total Environment*. – 2017. – Volume 609. – P. 974-981.

Paavilainen, E. Peatland forestry ecology and principles / E. Paavilainen, J. Päivänen. – New York: Springer-Verlag, 1995. – 243 p.

Page, S.E. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997 / S.E. Page, F. Siegert, J.O. Rieley, H.V. Boehm, A. Jaya, S. Limin // *Nature*. – 2002. – Volume 420 (Issue 6911). – P. 61-65.

Päivänen, J. Peatland ecology and forestry: a sound approach / J. Päivänen, B. Hånell. – Helsinki: University of Helsinki, 2012. – Volume 3. – 267 p.

Pearson, G.A. Herbaceous vegetation as factor in natural regeneration of Ponderosa Pine in Southwest / G.A. Pearson // *Ecol. Monogr.* – 1942. – № 2. – 365 p.

Pearson, M. Decay of Scots pine coarse woody debris in boreal peatland forests: Mass loss and nutrient dynamics / M. Pearson, R. Laiho, T. Penttilä // *Forest Ecology and Management*. – 2017. – Volume 401. – P. 304-318.

Pellerin, S. Changes in plant communities over three decades on two disturbed bogs in southeastern Québec / S. Pellerin, M. Mercure, A.S. Desaulniers, C. Lavoie // *Applied Vegetation Science*. – 2008. – № 12. – P. 107-118.

Pellerin, S. Reconstructing the recent dynamics of mires using a multitechnique approach / S. Pellerin, C. Lavoie // *Journal of Ecology*. – 2003. – № 91. – P. 1008-1021.

Peltomaa, R. Drainage of forested in Finland / R. Peltomaa // *Irrigation and Drainage*. – 2007. – P. 151-156.

Prévost, M. Effects of drainage of a forested peatland on water quality and quantity / M. Prévost, A.P. Plamondon, P. Belleau // *Journal of Hydrology*. – 1999. – № 214. – P. 130-143.

Prévost, M. Substrate conditions in a treed peatland: Response to drainage / M. Prévost, P. Belleau, A.P. Plamondon // *Écoscience*. – 1997. – № 4. – P. 543-554.

Regina, K. Fluxes of nitrous oxide from boreal peatlands as affected by peatland type, water table level and nitrification capacity / K. Regina, H. Nykänen, J. Silvola, P.J. Martikainen // *Biogeochemistry*. – 1996. – № 3. – P. 401-418.

Remm, L. Long-term impacts of forest ditching on non-aquatic biodiversity: conservation perspectives for a novel ecosystem / L. Remm, P. Lõhmus, M. Leis, A. Lõhmus // *PLoS One*. – 2013. – Volume 8 (Issue 4). – Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063086>.

Renou, F. Reclaiming peatlands for forestry: the Irish experience. / F. Renou, E.P. Farrell // *Restoration of boreal and temperate forests*. – Boca Raton: CRC Press, 2005. – P. 541-557.

Roya, V. Establishment, growth and survival of natural regeneration after clearcutting and drainage on forested wetlands / V. Roya, J.-C. Ruelb, A.P. Plamondon // *Forest Ecology and Management*. – 2000. – Volume 129 (Issues 1-3). – P. 253-267.

Sarkkola, S. Domination of growing-season evapotranspiration over runoff makes ditch network maintenance in mature peatland forests questionable / S. Sarkkola, M. Nieminen, H. Koivusalo, A. Laurén, E. Ahti, S. Launiainen, E. Nikinmaa,; H. Marttila, J. Laine, H. Hökkä // *Mires Peat*. – 2013. – P. 1-11.

Sarkkola, S. Role of tree stand evapotranspiration in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands / S. Sarkkola, H. Hökkä, H. Koivusalo, M. Nieminen, E. Ahti, J. Päivänen, J. Laine // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2010. – № 40 (8). – P. 1485-1496.

Sarkkola, S. Should harvest residues be left on site in peatland forests to decrease the risk of potassium depletion? / S. Sarkkolaa, L. Ukonmaanahoa, T.M. Nieminena, R. Laihoa, A. Laurénb, L. Finérb, M. Nieminen // *Ecology and Management*. – 2016. – Volume 374. – P. 136-145.

Stenberg, L. Hydrology of drained peatland forest: numerical experiment on the role of tree stand heterogeneity and management / L. Stenberg, K. Haahti, H. Hökkä,

S. Launiainen, M. Nieminen, A. Laurén, H. Koivusalo // *Forests*. – 2018. – Volum 9 (Issue 10). – P. 1. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/f9100645>.

Strzelecki, W. Badan nad zaleseniem i odnawianiem lasu na torfowiskach / W. Strzelecki, S. Popovski. – *Las. Par*, 1980. – № 23. – P. 23-24.

Talbot, J. Assessing long-term hydrological and ecological responses to drainage in a raised bog using paleoecology and a hydro sequence / J. Talbot, P.J. H. Richard, N.T. Roulet, R.K. Booth // *Journal of Vegetation Science*. – 2010. – № 21. – P. 143-156.

Von Arnold, K. Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained coniferous forests on organic soils / K. Von Arnold, P. Weslien, M. Nilsson, B.H. Svensson, L. Klemedtsson // *Forest Ecology and Management*. – 2005. – № 210. – P. 239-254.

Więcek, M. Water mites as potential long-term bioindicators in formerly drained and rewetted raised bogs / M. Więcek, P. Martin, A. Lipinski // *Ecological Indicators*. – 2013. – № 34. – P. 332-335.

Yule, C.M. Loss of biodiversity and ecosystem functioning in Indo-Malayan peat swamp forests / C.M Yule // *Biodivers Conserv*. – 2010. – P. 393-409.