

ШУЛЬЦ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

**Основы повышения эффективности
лесовозобновления в сосновых насаждениях
зеленой и водоохранной зон восточной части Алтая**

Специальность:
06.03.02–лесоведение, лесоводство,
лесоустройство и лесная таксация

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена в лаборатории ландшафтно–экологических исследований и природопользования Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт водных и экологических проблем» Сибирского отделения Российской академии наук

- Научный руководитель** Парамонов Евгений Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБУН «Институт водных и экологических проблем» СО РАН, главный научный сотрудник.
- Официальные оппоненты** Маленко Александр Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Алтайский государственный аграрный университет», кафедра «лесное хозяйство», заведующий;
- Дебков Никита Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук Биологического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра «лесное хозяйство и ландшафтное строительство», старший преподаватель.
- Ведущая организация** «Сибирская лесная опытная станция» Всероссийского научно–исследовательского института механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ).

Защита диссертации состоится 27 июня 2014 г в 10 час на заседании диссертационного совета Д212.253.03 в ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет» по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82. Отзывы в 2 экземплярах с заверенной подписью просьба направлять по адресу диссертационного совета. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке СибГТУ и на сайте [http:// www. sibstu. kts. ru](http://www.sibstu.kts.ru)
Факс: (391)266-03-90. E-mail: nun@sibstu.kts.ru

Автореферат разослан « » мая 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных
наук, доцент

Репях Марина Вадимовна

Общая характеристика работы

Актуальность темы связана с эколого-лесоводственной ситуацией, складывающейся в пригородных и приречных сосновых насаждениях в Алтайском крае и Республике Алтай. Произрастание данных сосновых насаждений подвержено воздействию техногенного загрязнения атмосферы поллютантами, усиливающейся рекреационной нагрузкой и интенсивным лесопользованием. Отрицательное влияние абиотических факторов среды на лесные экосистемы выражается в первую очередь в снижении интенсивности естественного лесовосстановительного процесса, что ведет к постарению насаждений и снижению ими экологического влияния на окружающую среду.

Не оказали положительного влияния на естественное возобновление сосняков и применяемые в течение десятилетий несплошные рубки различного назначения. Основной причиной этого является исключительно мощное развитие живого напочвенного покрова и подлеска. Ведение хозяйства в водоохранных и зеленых зонах имеет свою специфику в связи с особым статусом данных лесов, поэтому изыскание и научное обоснование путей стабилизации процесса деградации лесных экосистем в пригородных и приречных лесах является основой их длительного существования.

Степень разработанности темы исследований, цель и задачи. Диссертационная работа является законченным исследованием, имеющим научную и прикладную значимость. Цель работы - оценить влияние применяемых способов рубок на естественное возобновление сосны обыкновенной в сосняках зеленой и водоохранной зон. Для достижения поставленной цели было намечено решить следующие задачи:

1. Изучить влияние применяемых способов рубок на интенсивность и направленность процесса естественного возобновления под пологом леса и на вырубках;
2. Установить влияние высоты местности над уровнем моря на морфологические показатели сосновых насаждений и их возобновительный потенциал;
3. Оценить влияние атмосферного загрязнения на изменение состава сосновых экосистем.

Научная новизна.

1. Изучена интенсивность возобновительного процесса сосны обыкновенной при проведении чересполосных постепенных рубок.
2. Установлены причины неэффективного влияния несплошных рубок на процесс естественного возобновления сосны обыкновенной.
3. Изучено влияние высоты над уровнем моря на продуктивность сосновых насаждений и направленность возобновительного процесса в них.
4. Впервые в условиях зеленой и водоохранной зон восточной части Алтая установлено влияние техногенного загрязнения атмосферы на смену древесных пород в сосновой экосистеме.

Теоретическая и практическая значимость работы. По результатам исследования сформированы положения о повышении интенсивности возобновительного процесса в припевающих пригородных сосновых насаждениях зеленых и водоохранных зон восточной части Алтая. Разработаны технические указания по проведению чересполосных постепенных рубок с обеспечением благонадежного естественного возобновления сосны обыкновенной.

Методология и методы исследований. Влияние выборочных рубок различной интенсивности на естественное возобновление проводилось с использованием апробированных в лесоводстве методик (Сукачев, 1934, 1972; Побединский, 1962; Анучин, 1969, 1985). Выполнялись работы по установлению структуры насаждений, по учету подроста по количеству, высоте, качеству, по определению радиального прироста сосны обыкновенной и клена ясенелистного, по изучению состояния живого напочвенного покрова.

Всего заложено 26 пробных площадей, 650 учетных площадок. Экспериментальные материалы подверглись статистической обработке (Дворецкий, 1971).

Положения, выносимые на защиту: 1. Применение несплошных рубок не способствует естественному процессу омоложения сосновых насаждений;
2. Чересполосные постепенные рубки со сдиранием напочвенного покрова способствуют интенсификации естественного возобновления сосны обыкновенной;
3. Многолетнее техногенное загрязнение атмосферы ведет к снижению интенсивности лесовозобновления сосны обыкновенной и заселению кленом ясенелистным.

Степень достоверности и апробация результатов. Обоснованность выводов и степень достоверности подтверждается достаточным количеством экспериментального материала. Данные обработаны с применением современных методов исследования. Результаты исследований доложены и получили одобрение на Межрегиональных научно-практических конференциях «Восстановление нарушенных ландшафтов» (Барнаул, 2003,) «Плодоводство, семеноводство и интродукция древесных растений» (Красноярск, 2012), «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии» (Барнаул, 2013).

Личный вклад заключается в сборе и обработке фактического материала, анализе полученных результатов, в подготовке публикаций и текста диссертации. Основные выводы и положения по диссертации были сформулированы автором самостоятельно.

Публикации. Опубликовано 11 статей, в том числе 5 в изданиях, рекомендованных ВАК, и 1 монография.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 108 стр. компьютерного текста. Состоит из введения, 6 глав, заключения и рекомендаций, включает 23 таблицы, 8 рисунков. Библиографический список содержит 164 наименования, в том числе 10 на иностранных языках.

Основное содержание работы

1. Современное состояние проблемы

Впервые защитные леса как таковые были выделены и узаконены в 1888 г. для Европейской части страны (Моисеев, 2012). С тех пор среди защитных лесов выделяют множество категорий, выполняющие наиболее существенно те или иные средозащитные функции (Энциклопедия..., 2006). С 1943 г. все эти леса стали называться лесами 1 группы (Лесной фонд СССР, 1968), а с 2007 г. (Лесной Кодекс Российской Федерации) они вновь стали защитными.

На выполнение средозащитных функций значительное влияние оказывает и система ведения лесного хозяйства. Если она направлена на получение древесины, то это незамедлительно отражается на водном режиме источников (Побединский, 1962, 1975, 1989; Молчанов, 1973). Поэтому многие исследователи склонны к тому, чтобы вести хозяйство в защитных лесах на принципах непрерывности и многоресурсного их использования (Ткаченко, 1955; Исаев, 1985; Ladwig, 1988; Агальцов, 1990; Вайчунас, 1990; Рысин, 1990; Walton, 1990; Behamn, 1990; Моисеев, 2011).

Вред, который может быть нанесен загрязнениями воздуха, различен и в значительной степени зависит от свойств веществ, загрязняющих воздух, а также от стадий развития растений и метеорологических условий.

По данным М.И.Трунова (2002) промпредприятиями г. Бийска ежегодно в атмосферу выбрасывается 19,9 тыс. т твердых осадков и большое количество газообразных (SO₂ -15,2 тыс. т, CO 2,5 тыс. т., NO₂ 7,3 тыс. т. и др.), а Е.А.Валетова (2004) установила, что в 1-летней хвое сосны вблизи промпредприятий содержится железа на 7,9% больше в сравнении с контролем, марганца на 91,5% и свинца на 76,1%.

Последствия воздействия отходов промышленных предприятий и других факторов антропогенной деятельности непредсказуемы и будут всегда вредны для леса (Артамонов, 1986; Николаевский, 1987; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Саэт и др., 1990; Седых, 1991; Киселяхов, Сухинин, 1995; Второва, 2002; Луговской, 2004 и др.).

2. Природные условия района исследований

В результате геологической деятельности р. Бия в период потепления климата, на ее берегах образовались мощные залежи из песка, гравия, валунов, на которых впоследствии выросли сосновые насаждения. Рельеф в низовьях реки равнинный, в среднем и верхнем течении – горный.

Климат отличается положительными годовыми температурами воздуха, количеством осадков от 450 мм в устье р. Бия до 800 мм в ее истоке. Длительность вегетационного периода от 160 до 120 дней. Разница в высоте над уровнем моря между устьем и истоком составляет 280 м.

Почвы песчаные, имеют ясно выраженный аккумулятивно–перегонный горизонт, но не выраженный процесс оподзоливания. Они интразональны, так как свойственный им подзолистый тип почвообразования является вкраплением среди общего фона почв черноземного типа (Лебедев, 1978).

3. Программа, методы, объекты исследований

При разработке поставленных задач изучались соответствующие литературные источники и ведомственные материалы (лесостроительные отчеты, учет лесного фонда, статистическая отчетность предприятий и др.) с проведением натурных исследований на пробных площадях.

Объектом исследований послужили сосновые экосистемы, произрастающие по правому и левому берегам р. Бия от ее устья до истока на протяжении 301 км. В настоящее время сосновые насаждения распространены отдельными массивами различной площади и подвергаются постоянной антропогенной нагрузке. Вокруг г. Бийска в основном сказывается влияние поллютантов в результате атмосферного загрязнения (рисунок 1).

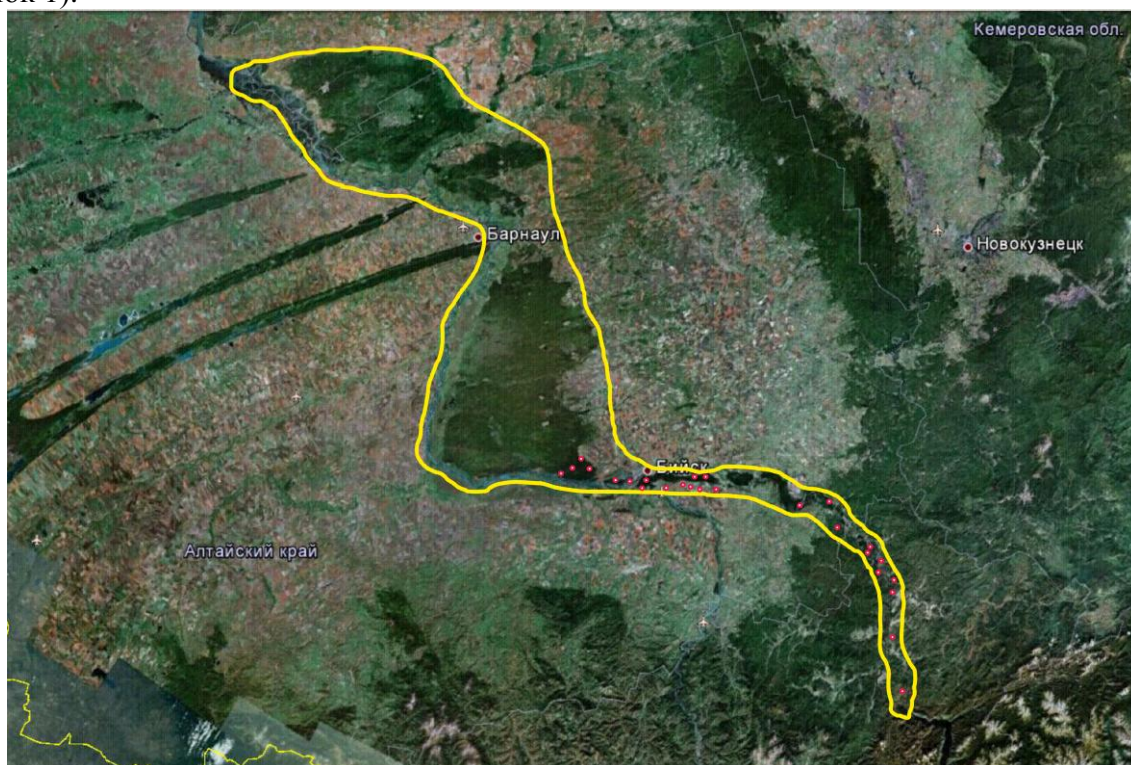


Рисунок 1.– Приречные сосновые экосистемы–объект исследований

● Места закладки пробных площадей

У Бийска исследовалось влияние техногенного загрязнения на сосновые экосистемы, в средней части (Макарьевский бор) – влияние чересполосных постепенных рубок на направленность и интенсивность возобновительного процесса и в верхней части – влияние выборочных рубок различной интенсивности на естественное возобновление с

использованием апробированных в лесоводстве методик (Сукачев, 1934, 1972; Побединский, 1962; Анучин, 1969, 1985).

Подрост учитывался на круговых учетных площадках размером 10 м² в количестве 25 шт. на каждой пробе с охватом более 5% ее площади.

На учетной площадке подсчитывали общее количество подроста с разбивкой по породам, с разделением по высоте на 3 группы: до 0,5 м, 0,6-1,5 м и более 1,5 м., а по качеству – на благонадежный, сомнительный и усохший. Отнесение подроста к группе качества проводилось визуально по внешним морфологическим признакам.

Учет естественного возобновления был выполнен на 650 учетных площадках с обмером 350 растений сосны обыкновенной.

Влияние поллютантов на возобновительный процесс исследовалось через его интенсивность и направленность. Интенсивность связана с подростом сосны обыкновенной, а направленность с появлением под пологом сосновых насаждений клена ясенелистного. Учет его проводился по количеству экземпляров с диаметром до 2 см на 1 м², а с диаметра более 2 см на высоте 1,3 м, по методике учета подроста сосны. Было заложено 4 пробные площади на расстоянии 1,2,4 и 5,5 км от источника загрязнения.

Оценку влияния чересполосных постепенных рубок на возобновление сосны устанавливали на участках с различной давностью рубки.

4. Установление возраста рубки сосновых древостоев

Городские леса Бийска, по данным лесоустройства 2006 г., составляли 4293 га. Абсолютное преобладание в лесном фонде чистых сосновых насаждений обусловлено наличием слабоподзолистых супесчаных свежих почв. Насаждения лесного фонда городских лесов преимущественно одновозрастные (А ср. = 90 лет), высокопродуктивные (класс бонитета = 1,4), со средней полнотой 0,78. Наиболее распространены разнотравные типы леса (65,9%) со средними запасами древесины 307 м³/га. Величина среднего и текущего приростов составляет соответственно 3,5 и 3,0 м³/га.

Соотношение массы текущего и среднего приростов наглядно свидетельствует о том, что в целом пик максимально-благоприятного влияния городских лесов на экологическую обстановку Бийска пройден и уже сейчас необходимо решать вопрос постепенной замены стареющих насаждений. Однако анализ процесса естественного возобновления показывает, что в большинстве сосновых насаждений подрост главной породы либо полностью отсутствует, либо находится в неудовлетворительном состоянии. Вывод напрашивается сам собой - применяемая в настоящее время лесохозяйственная система, основанная на выборочной форме ведения хозяйства, является малоэффективной в данных природно-экономических условиях.

Традиционные рубки ухода не дают положительного результата и не решают проблемы естественной замены стареющих насаждений. Даже в тех насаждениях, где всходы и подрост периодически появляются после проведения рубок ухода, по мере дальнейшего роста материнского древостоя они им отторгаются. Основные причины складывающейся ситуации очевидны - недостаточная освещенность под пологом леса, сильная корневая конкуренция со стороны материнского древостоя и живого напочвенного покрова.

Известно, что количество кислорода, выделяемого лесами в процессе фотосинтеза, пропорционально количеству фитомассы, продуцируемой этими лесами (Молчанов, 1973). Поэтому соотношение величин среднего и текущего приростов указывает на то, что экологические функции, выполняемые сосновыми лесами начали снижаться. В настоящее время это снижение составило 14,3%, что является показателем начавшегося процесса снижения интенсивности фотосинтеза насаждениями сосны обыкновенной.

Такое положение привело к тому, что в процессе естественного возобновления сосны обыкновенной на данной территории произошел разрыв в возрастных поколениях, входящих в состав насаждений деревьев. Наряду с 80-100-летними деревьями находятся 3-5-летние сосенки. В перспективе такая возрастная структура приведет к снижению

экологической значимости сосняков как минимум на 100 лет (снижение функций в течение 50-60 лет в результате старения насаждений и усиление функций в течение 40—50 лет вновь появившимся молодым насаждением).

Определение экологической спелости сосновых насаждений по соотношению среднего и текущего приростов по объему обычно выполняют при проведении лесоустроительных работ через 10-12 лет. Но зачастую при проведении несплошных рубок, когда в насаждении имеются деревья различного возраста, возникает необходимость установить возраст экологической спелости для отдельного дерева и, желательно, по имеющимся морфологическим признакам. Менее сложным по исполнению является измерение радиального прироста дерева.

Для определения экологической спелости был взят принцип определения жизнеспособности лесных полос, предложенный Е.Г. Парамоновым (2012), который заключается в том, что сравнивается средний прирост дерева по диаметру со среднегодовым текущим за последние 10 лет.

Методика определения экологической спелости соснового насаждения предусматривает проведение на пробных площадях следующих исследований:

- описание насаждения с указанием состава, возраста, типа леса;
- сплошной пересчет по 4-см ступеням толщины на высоте 1,3 м;
- подбор 3-х модельных деревьев от трех средних ступеней толщины с измерением диаметра у основания ствола;
- взятие кернов приростным буром у модельных деревьев у основания ствола с определением среднего годового периодического радиального прироста за последние 10 лет;
- определение среднего прироста по диаметру за весь период жизни дерева;
- установление экологической спелости отдельного дерева или насаждения в целом по соотношению среднего ежегодного прироста за последние 10 лет и среднего годичного прироста.

Анализ динамики среднего периодического прироста по диаметру у деревьев сосны за 130-летний период в онтогенезе показывает, что величина его существенно изменяется с течением времени. Если в первые 20 - 30 лет он на 40-60% превышает средний прирост, то в следующие 40 – 50 лет он неуклонно снижается, но остается при этом выше среднего. И только после 80 - 90-летнего возраста средний периодический прирост по величине становится менее среднего, составляя в 130- летнем возрасте 31% от него (рисунок 2).

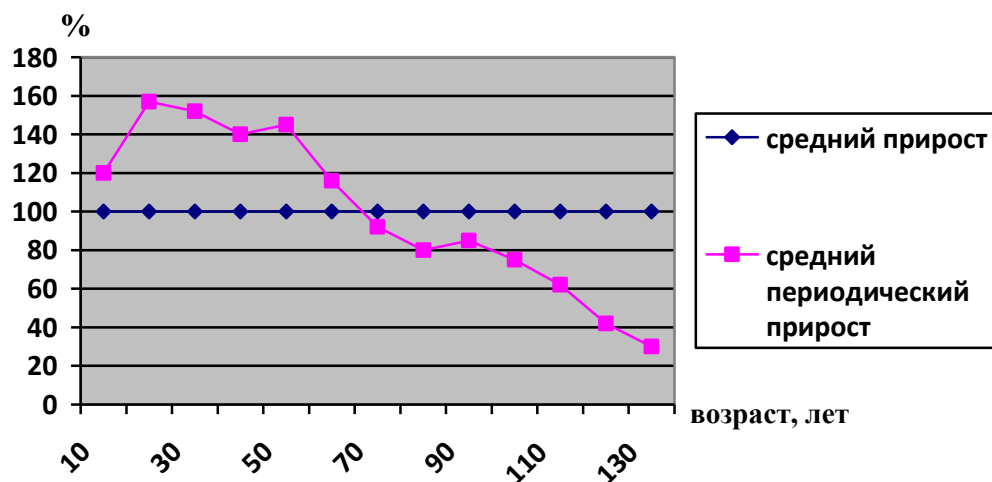


Рисунок 2. Динамика среднего годового периодического радиального прироста

Значит, в пригородных сосняках экологическая эффективность сосны, ее влияние на окружающую среду, сказывается до возраста 80 - 90 лет, а в возрасте 120 лет влияние снижается до 43,7% от среднего и дерево, если оно не имеет эстетической ценности, должно убираться при проведении санитарных рубок.

Между возрастом дерева и величиной его среднего периодического прироста существует определенная связь, но отрицательного свойства, которая выражается коэффициентом корреляции – 0,54±0,19.

Известно (Мелехов, 1982; Анучин, 1985 и др.), что максимум прироста сосны обыкновенной в высоту происходит в возрасте 15-25 лет, а по диаметру значительно позднее – в 50-60 лет. Это связано с различной продолжительностью роста дерева в течение вегетационного сезона.

Наиболее интенсивно прирастают по диаметру деревья сосны в первые 20 лет жизни, в дальнейшем он снижается (таблица 1).

Таблица 1– Радиальный прирост деревьев сосны обыкновенной разного возраста

Номер участка	Диаметр, см	Радиальный прирост, мм в возрасте, лет					
		20	40	60	80	100	120
1	47	15,3	11,3	11	11,8	10	
2	42	15,5	8,8	7,8	8	9,5	8,5
3	48	17	12,8	14	12,5	9,5	
4	41	22	19,5	10,3			
5	39	18,6	14,8	9,9	9,4	7,2	
6	43	21,4	18,6	14,7	11,8	9,3	

Так, у деревьев в первые 20 лет радиальный прирост равен 15,3 мм (0,76 мм в год), в 40 лет соответственно 11,3 мм (0,56 мм), а в 100 лет – 10 мм (0,50 мм). В то же время интенсивность радиального прироста имеет тенденцию к снижению. Так, на высоте местности 160 м над уровнем моря в сравнении с высотой 410 м в первые 20 лет жизни прирост превышает на 25,9%, во втором 20-летнем периоде – на 45,3% и лишь с 60-летнего возраста он выравнивается. С повышением местности интенсивность снижения радиального прироста у сосны возрастает и если на высоте 160 м за первые 40 лет жизни он снизился на 15,0%, то на высоте 410 м – на 32,8%.

Определить возраст дерева, при котором оно становится менее влиятельным на окружающую среду, возможно через радиальный прирост, для этого следует определить средний прирост за весь период жизни дерева и средний прирост за последние 10 лет. И если средний прирост за последние 10 лет окажется ниже среднего прироста за весь период жизни, то это является признаком снижения жизнедеятельности дерева, а это уже может служить поводом для обоснования возраста рубки по экологическим признакам, что особенно важно для лесов зеленых зон.

В Макарьевском боровом массиве, начиная с 80 летнего возраста средний прирост у деревьев за последние 10 лет оказывается ниже среднего прироста. Чем старше дерево тем это снижение оказывается более значительным. Если у сосны обыкновенной в возрасте 80 лет средний прирост за последние 10 лет составляет 85,3%, то у дерева в возрасте 115 лет – 64,3%. Можно констатировать, что деревья сосны начинают снижать жизненный потенциал уже с 80 летнего возраста, а в возрасте свыше 115 лет это снижение становится значительным. В одновозрастных или условно одновозрастных сосновых насаждениях в случае отсутствия естественного возобновления, сосняки следует вовлекать в чересполосную постепенную рубку, которая предусматривает сплошную вырубку древостоя и принятие мер по содействию естественному возобновлению сосны (таблица 2).

Таблица 2– Шкала оценки экологической спелости дерева сосны и продолжительности ее влияния на окружающую среду

Отношение Z тек к Z сред, %	Степень жизнеспособности	Ориентировочный срок влияния на окружающую среду
150 и более	Очень высокая	35-40
149-120	Высокая	20-25
119-100	Замедленная	15-20
99-90	Снижающаяся	10-20
89-60	Угасающая	10-15
59-30	Начало деградации	5-8
29 и менее	Деградация	2-4

Приведенная методика определения экологической спелости прошла проверку в условиях пригородных сосняков. Она может быть использована при определении экологической спелости сосновых насаждений в других районах.

5. Оценка естественного возобновления и мер по его содействию

5.1. Возобновительный процесс в преречных сосняках

В период потепления климата после покровного оледенения, когда талые воды, подпруженные стеной льда, не смогли течь в северном направлении по руслу р. Обь, они потекли на юго-запад в сторону р. Иртыш. В итоге на месте этих геологически временных водотоков образовались мощные залежи песчаного материала, на которых впоследствии поселилась сосна обыкновенная и образовались своеобразные уникальные ленточные боры (Вангниц, 1953; Геоморфология..., 1958; Грибанов, 1960; Нехорошев, 1966). Это произошло на равнине, а в предгорье также образовались наносы, но из более крупного материала и на них распространилась сосна обыкновенная. В итоге по долинам рек Бия и Катунь с некоторыми притоками в настоящее время произрастают высокопродуктивные сосновые насаждения (Ильина, 1985; Парамонов, 1998). В настоящее время в них ведутся только несплошные рубки.

Одним из таких массивов в долине р. Бия является Макарьевский бор. Практически чистые по составу сосняки занимают площадь 8,8 тыс. га. Возрастная структура представлена приспевающими насаждениями – 5,3 тыс. га (60,2 %), спелыми и перестойными – 1,0 тыс. га (11,4 %), средневозрастными – 15,9 %, а удельный вес молодняков составляет 12,5 % площади. Среди молодняков преобладают смешанные сосново-березовые насаждения. Сосновые насаждения отличаются высокой продуктивностью, доля Ia и I классов бонитета составляет 70,4%.

Особенностью сосняков является практически полное отсутствие под пологом подроста предварительных генераций. Как правило, подрост имеет до 400-500 шт./га высотой до 1,0-1,5 м, то есть при полнотах материнского полога 0,7-1,0 даже появившийся подрост сосны не живет более 20-25 лет.

В целях содействия естественному возобновлению проводились несплошные рубки различной интенсивности и минерализация почвы площадками также различной величины. В обоих случаях результаты оказались отрицательными. Разреживание верхнего полога вызывало резкое усиление разрастания подлеска и живого напочвенного покрова, минерализованные площадки зарастали через 3-4 года, а появившиеся экземпляры сосны погибли.

С целью выяснения интенсивности возобновительного процесса в сосняках, расположенных по берегам р. Бия, было подобрано 6 участков в осочково-разнотравных типах леса с наименьшим антропогенным влиянием (таблица 3).

Таблица 3–Характеристика объектов исследований

Номер объекта	Состав насаждений	Высота над ур. моря, м	Высота древ., м	Диаметр, см	Возраст, лет	Полнота	Запас, кб м /га
1	10СедБ	160	26	32	95	0,7	268
2	9С1Б	200	25	32	105	0,8	245
3	6СЗБ1П	260	24	30	80	0,6	218
4	6СЗП1Б	320	26	40	100	0,4	162
5	6С2П2Б+К	410	25	32	95	0,7	207
6	5СЗП1К1Б	440	22	40	110	0,7	198

Все объекты различаются по интенсивности роста в высоту. Если на объекте 1 средний прирост по высоте сосны составил 27,4 см, то на шестом – 20,0 см или на 27,0 % меньше. Это согласуется со средним приростом по запасу, он соответственно равен 2,82 и 1,80 м³ /га

Отмечен факт снижения доли участия сосны в составе насаждений с повышением высоты над уровнем моря. При этом возрастает роль пихты сибирской в составе. Если на высоте 260 м ее было в около 10%, то на высоте 440 м – уже 30% при одновременном снижении доли березы повислой с 30 до 10%. Одновременно с пихтой под полог леса и в первый ярус проникает и сосна сибирская кедровая, ее присутствие в составе проявляется с высоты 400 м над уровнем моря.

Несмотря на не существенное присутствие пихты сибирской в составе основного полога (1-3 единицы), ее роль в возобновительном процессе оказывается основной (таблица 4).

Таблица 4–Характеристика подроста в сосняке осочково-разнотравном

№ объекта	Порода	Кол-во, шт./га	Высота подроста, м			Благонадежный подрост, %
			менее 0,5	0,6-1,5	более 1,5	
1	П	2290	270	630	1380	83,2
	К	90	80	10	нет	100,0
	С	70	10	60	нет	100,0
2	П	1750	290	910	550	79,4
	К	10	10	нет	нет	нет
	С	60	20	нет	40	47,4
3	П	1350	130	970	250	77,3
	С	50	10	нет	40	53,0
4	П	2370	320	1290	760	70,8
	К	160	50	80	30	91,9
	С	40	нет	30	10	67,5
5	С	20	нет	10	10	53,0
6	С	60	10	20	30	47,5

В составе подроста под пологом леса удельный вес пихты достигает 96,2%, в то время как доля сосны не превышает 3,8%, и расположена она главным образом в окнах полога. К тому же сосновый подрост отличается меньшей благонадежностью в сравнении с пихтовым.

Сосновый подрост в том или ином количестве появляется под пологом соснового насаждения на любой исследованной высоте местности над уровнем моря, пихтовый и кедровый лишь с высоты 260 м. В отношении подроста кедра следует отметить, что с повышением местности над уровнем моря количество его возрастает с 90 шт./га (260 м) до 160 (440 м) при одновременном повышении его сохранности (на высоте 260 м подроста высотой менее 0,5 м 88,9%, а на высоте 440 м – 31,2%).

Удельный вес подроста сосны высотой менее 0,5 м не превышает 20% от его общего количества, а пихтового – 13%, и это является показателем сохранности подроста в дальнейшем, т.е. с увеличением возраста отпад соснового подроста оказывается более высоким в сравнении с пихтовым и кедровым. Здесь в первую очередь сказывается различие в светолюбии древесных пород, по которому сосна обыкновенная и пихта сибирская находят по разные стороны в шкале светолюбия.

5.2. Оценка мер содействия естественному возобновлению в приречных сосняках

Проведение в течение многих десятилетий несплошных рубок (проходных, добровольно-выборочных, санитарных выборочных) слабой интенсивности положительного эффекта на процесс естественного возобновления сосны не оказали (таблица 5).

Таблица 5–Воздействие различных способов рубок и мер содействия естественному возобновлению на возобновление сосны обыкновенной

Номер пр.пл.	Вид рубки	Год рубки	Подрост сосны				Подлесок		Ж.Н.П.		Проек покр. %
			А,лет	т.ш./га	Н,см	Z,см	шт/м ²	Н,см	шт/м ²	Н,см	
7	ДВР	1998	10	0,1	60,4	9,0	7	110	136	56	100
5	СВР	1991	16	0,3	69,1	12,1	14	105	62	51	65
21	ПРЖ	2005	5	0,05	53,2	7,3	4	64	75	43	66
14	ПРР	2006	4	0,1	41,6	6,8	4	58	80	41	58
9	ПРР	2003	7	0,2	101,5	10,4	6	82	83	57	79

Примечание: ДВР – добровольно-выборочная рубка с интенсивностью 15% по запасу, СВР – санитарная выборочная рубка с интенсивностью 8% по запасу, ПРЖ–прореживание; ПРР–проходная рубка.

Снижение полноты верхнего полога леса и повышение интенсивности солнечной инсоляции у поверхности почвы вызывает разрастание живого напочвенного покрова и подлеска. В итоге при проективном покрытии до 90-100% и образовании дернинного слоя, условия для появления самосева и роста подроста сосны становятся неблагоприятными.

Через 10 лет после проведения добровольно-выборочной рубки интенсивностью 15% по запасу древесины на вырубке проективное покрытие напочвенного покрова достигло 100%, на 1 м² площади кроме этого произрастает до 7 экземпляров кустарниковых пород и до 136 экземпляров травянистой растительности, имеющих высоту до 150 см. В этих условиях имеется до 100 экземпляров на 1 га подроста сосны со средней высотой 60,4 см, по качеству относящегося в основной массе к сомнительному.

Аналогичная картина имеет место и на вырубке 16-летней давности после проведения санитарной выборочной рубки интенсивностью до 8%. При ее проведении была выполнена минерализация почвы в порядке проведения трелевочных работ и эти полосы практически в течение одного года заросли травянистой растительностью.

5.3. Техногенное загрязнение атмосферы и видовая смена в фитоценозе

Тяжелые металлы из атмосферы попадают на почву, накапливаются в ней, что является одной из причин гибели самосева и подроста сосны. В то же время они оказывают положительное влияние на появление и рост клена ясенелистного (таблица 6).

Таблица 6.– Характеристика сосновых насаждений на пробных площадях в зависимости от удаленности от источника загрязнения

Удаленность от источника, км	Возраст, лет	Число стволов, шт./га	Диаметр ствола, см	Запас, кубм/га
1	120	380	40,7	576
2	110	264	43,0	444
4	110	280	38,2	420
5,5	105	382	34,5	416

Сплошной перебор выявил недостаточное участие в составе сосняков более молодых поколений. Деревья с диаметром 28 см и менее составляют в непосредственной близости к источнику загрязнения 10,3%, а на удалении 5,5 км – 49,8 %.

Средний прирост по диаметру у деревьев сосны вблизи источника загрязнения не превышает 2,8 мм в год, а у клена – 5,1 мм (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристика возобновления на пробных площадях в зависимости от удаленности от источника загрязнения

Удаленность от источника, км	Сосна			Клен		
	возраст, лет	кол-во, шт./га	прирост по диам, мм	возраст, лет	кол-во, шт./га	прирост по диам., мм
1	120	40	2,8	30	690	5,1
2	110	800	3,1	16	200	5,6
4	110	2310	3,7	16	80	3,4
5,5	105	3780	4,2	11	40	3,0

В то же время на расстоянии 5,5 км он у сосны составляет 4,2 мм в год. На расстоянии до 2 км присутствие клена под пологом леса оказывается настолько значительным, что к почве проникает меньше 10% солнечной энергии, что является причиной смены видового состава живого напочвенного покрова с 42 видов на пробной площади №4 до 26 на расстоянии в 1 км от источника загрязнения.

Если судить по количеству экземпляров клена с диаметром 2 см и более на высоте 1,3 м, то оно имеет тенденцию снижения при удалении от промпредприятий. Это означает, что условия окружающей среды вблизи предприятий для клена оказываются более комфортными в сравнении с условиями под пологом леса на расстоянии 4-5 км.

6. Лесоводственное обоснование применения чересполосных постепенных рубок

6.1. Условия применения чересполосных постепенных рубок

Все наиболее распространенные в настоящее время в России системы рубок характеризуются довольно существенными недостатками. Сплошные широколесосечные рубки в подавляющем большинстве случаев приводят к неблагоприятным изменениям в породном составе лесов, к эрозии или заболачиванию лесосек, резкому сокращению лесного биологического разнообразия. Любые виды равномерно-выборочных рубок приводят к упрощению породной структуры древостоя, весьма неблагоприятному для их естественного возобновления (Мелехов, 1975).

Более прогрессивными следует считать те системы рубок, при которых сохраняется естественная динамика древостоя, а также и естественный процесс смены поколений. Это рубки, при которых образуются открытые участки. Благодаря малым размерам вырубков эти рубки не приводят ни к существенной почвенной эрозии, ни к возникновению лиственных молодняков.

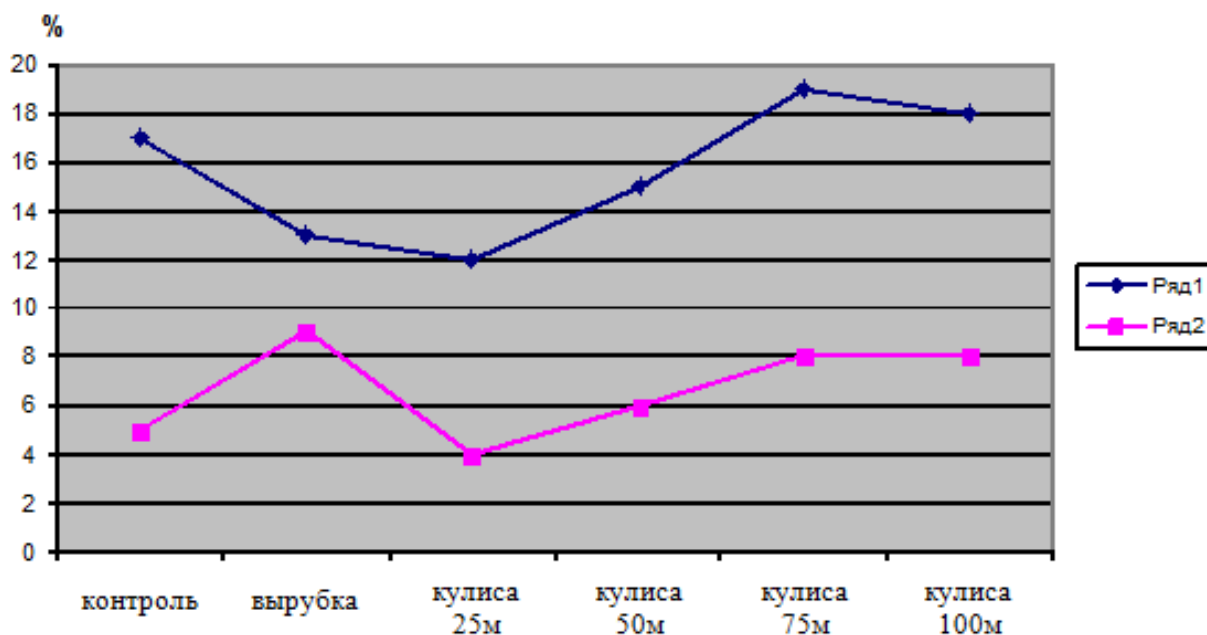
Применение чересполосных постепенных рубок в защитных лесах стало возможным лишь после всесторонней оценки различных систем рубок, выполненных в

предыдущие годы и главным образом их влияния на процесс естественного возобновления сосны обыкновенной. В итоге оказалось, что ни добровольно-выборочные рубки, ни выборочные санитарные рубки, ни рубки ухода не способствуют интенсификации процесса лесовозобновления, что напрямую связано с мощным развитием подпологовых ярусов растительности.

В этих экологических условиях после сплошной рубки, вырубki также в течение 3-4 лет зарастают с преобладанием в составе представителей высокотравья. На участках минерализованной почвы со снятием корненасыщенного слоя, процесс зарастания начинается как бы вновь, с налета семян и растягивается, как минимум, на 10-12 лет. Здесь самосев сосны обыкновенной появляется в массовом количестве и за 8-10 лет он по высоте выходит из-под влияния травянистой растительности, т.е. достигается поставленная цель по интенсификации возобновительного процесса сосны обыкновенной с сохранением биологического разнообразия в лесных экосистемах.

6.2. Условия на местах рубок

В типичном для лесов зеленой зоны сосновом насаждении в возрасте 80 лет, I класса бонитета с полнотой 0,9 на площади 25,5 га был проведен комплекс лесохозяйственных мероприятий, направленных на выявление наиболее целесообразных мер воздействия на сосняки для достижения максимального экологического эффекта. Были выполнены чересполосные постепенные рубки с размером лесосек 25 x 250 м. Между лесосеками оставлены кулисы шириной 25, 50, 75 и 100 м. В центре вырубok и кулис были взяты образцы почвы из горизонтов А₁ и А₂ на влажность, которая определялась в лабораторных условиях (рисунок 3).



Примечание: ряд А–горизонт А₁, ряд 2–горизонт А₂

Рисунок 3. Влажность почвы.

Более низкая влажность верхнего горизонта почвы на вырубке объясняется большим притоком солнечной энергии и более интенсивным испарением. Под пологом леса несколько более повышенная влажность связана с меньшим испарением с поверхности почвы, а пониженная влажность в горизонте А₂ является следствием деятельности корневых систем деревьев материнского полога и подлеска. Низкая влажность почвы обусловлена ее гранулометрическим составом с явным преобладанием песчаных частиц.

Освещенность замерялась люксметром Ю-116 на вырубках и под пологом кулис через 12,5 м при полном солнечном освещении. Замеры выполнены в июле в период наивысшего солнцестояния с 13- до 15 часов (таблица 8).

Таблица 8– Освещенность под пологом леса, % от открытого места

Ширина кулис	Расстояние от края кулисы, м						
	12,5	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0	87,5
25	22,4						
50	21,3	11,6					
75	27,4	9,7	4,6	11,1	19,4		
100	26,6	13,4	7,3	2,2	3,9	9,7	29,3

Под полог высокополнотного соснового насаждения проникает солнечной энергии в пределах до 10%, и ее оказывается совершенно недостаточно для роста подростка сосны обыкновенной. В то же время от краев кулис на расстоянии до 25 м интенсивность освещенности оказывается более высокой (до 30%) за счет как прямой инсоляции, так и рассеянной.

6.3. Динамика и рост подростка сосны в связи с рубками в приречных сосняках

Вслед за Бийским лесхозом-техникумом, применившим в пригородных сосняках чересполосные постепенные рубки, со сплошной рубкой деревьев подобные рубки применены и в Макарьевском бору, но со сплошной минерализацией почвы.

Заращение минерализованных участков происходит с различной интенсивностью. Если на ровных участках даже к 8-летнему сроку проективное покрытие не превышает 60%, то на валах уже к 4 году оно достигает 100 (таблица 9).

Таблица 9– Возобновление на площадях после чересполосных постепенных рубок

Возраст подростка, лет	Количество подростка сосны/березы, тыс. шт./га		Число, шт./м ² , высота живого напочвенного покрова, см		Δt	Проективн. покр. %, равнина/вал
	равнина	вал	равнина	вал		
1	127,5	110,0	4,2±0,3	11,8±0,9	7,96	7,0
	36,1	19,8	40,1±2,7	90,4±7,6	6,24	11,0
2	134,3	1,6	31,4±3,9	82,3±7,4	6,09	12,6
	76,0	-	90,6±6,8	110,3±10,5	1,57	55,0
3	89,4	-	37,0±2,4	52,1±5,0	2,72	25,0
	27,1	-	72,7±5,9	116,4±9,0	4,06	100,0
4	58,1	-	44,9±3,8	96,6±9,4	5,10	52,0
	11,8	-	80,3±6,6	108,8±10,1	2,36	100,0
8	67,3	-	47,9±3,8	83,7±6,3	4,87	59,0
	12,1	-	70,5±5,1	100,5±5,4	4,04	100,0

В первый год самосев сосны и березы на минерализованных участках почвы появляется в большом количестве: на ровных участках до 160 тыс. шт./га, а на валах до 130 тыс. шт./га при составе 78С22Б. Самосев сосны появляется и в следующие годы, на второй год его появилось 5,5% от общего количества, а на восьмой – 2,3%, т.е. интенсивность появления самосева снижается при одновременном повышении проективного покрытия растительностью. Особенно мощное развитие травянистой растительности на валах вызывает полную гибель появившегося самосева сосны и березы. К восьмилетнему сроку на ровных участках остается подростка в количестве 79,4 тыс. шт./га, в том числе сосны 67,3 тыс. шт./га или 84,8%. Состав молодняка смещается в сторону сосны – 85С15Б. Средняя высота сосны обыкновенной составляет 147 см, а березы повислой 210 см.

Между количеством самосева и подростка сосны на ровных участках почвы и процентом проективного покрытия травянистой растительностью существует прямая

отрицательная связь, характеризуемая как очень тесная – $r = -0,94 \pm 0,05$, а в отношении березы связь характеризуется как высокая отрицательная при $r = -0,74 \pm 0,20$.

6.4. Интенсивность и направленность процесса естественного возобновления в сосняках зеленой зоны

В городских лесах в наиболее распространенном 85-летнем сосняке разнотравном I класса бонитета с полнотой 0,9 на площади 25 га был заложен опыт с проведением чересполосной постепенной рубки. Ширина лесосек 25 м, длина 250 м.

Выполненный комплекс мероприятий по содействию естественному возобновлению сосны обыкновенной как на вырубках, так и под пологом леса вызвал существенное появление всходов и самосева в сравнении с контролем до 4 раз.

Но сохранность самосева уже на второй год жизни оказалась низкой, двухлетних сосенок в пределах 20-40% (таблица 10).

Таблица 10– Динамика возобновительного процесса, тыс. шт./га

Вариант	Всходы	2-летний самосев	Кол-во подроста через 10 лет
Вырубка	17,7	3,5	3,2
Кулиса 25 м	6,7	0,5	5,8
Кулиса 50 м*	22,0	0,3	1,7
Кулиса 75 м	22,4	1,0	3,1
Кулиса 100 м.	27,4	1,0	1,2

Примечание: * – кулиса пройдена низовым пожаром.

Наиболее высокий удельный вес сохранившихся 2-летних экземпляров сосны имеет место под пологом кулисы шириной 25м, что связано с достаточным освещением. Под пологом кулис другой ширины показатель сохранности самосева резко снижается по причине снижения солнечной инсоляции, проникающей к поверхности почвы. На вырубках 2-летнего самосева оказалось не более 20% от количества однолетних растекний. Это связано с мощным развитием подлеска и живого напочвенного покрова, что приводит в конце первого года роста сосны к ее выпреванию под войлоком отмершей растительности.

Из общей схемы несколько выпадает интенсивность процесса естественного возобновления в кулисе шириной 50 м потому, что в 2008 г. в ней произошел низовой лесной пожар и часть подроста погибла, в учет взяты были только оставшиеся в живых экземпляры.

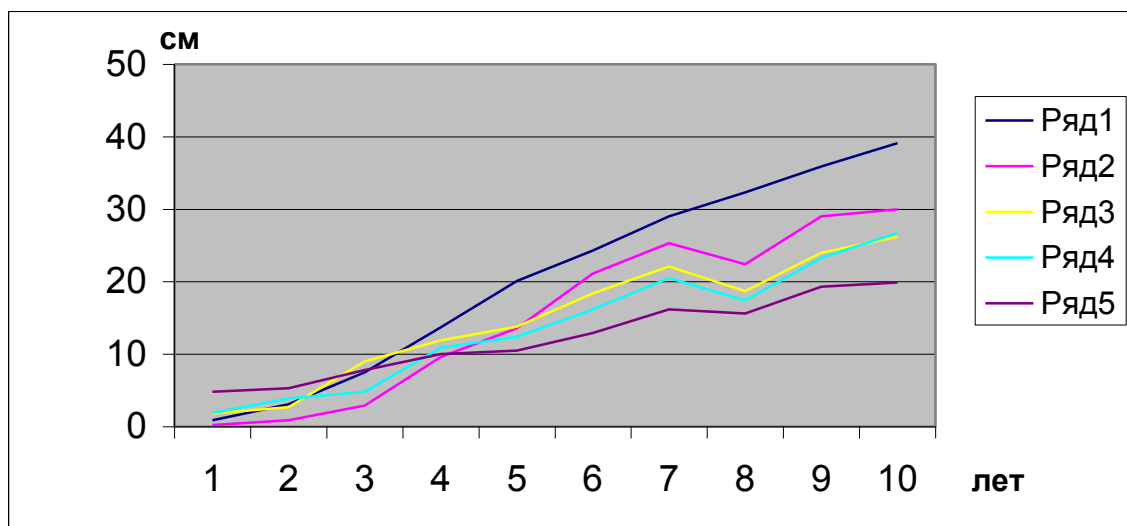
Обращает на себя внимание снижение текущего прироста в высоту у подроста сосны в 2009 г., когда на всех вариантах опыта произошло его уменьшение на 13,5 %, но наибольшее произошло в кулисе шириной 75 м – на 19,8 %. Снижение на 9 % произошло и на вырубках. Это связано с меньшим в сравнении со среднегодовым количеством твердых осадков.

Но уже в следующем году интенсивность прироста возрастает в кулисах в среднем на 29,7%. Причем наивысшая интенсивность роста имеет место в кулисе шириной 75 м (увеличение на 33,3%). На вырубках повышение интенсивности составило 11,1% в связи с тем, что в данных условиях и снижение прироста было менее значительным.

Усиление доступа солнечной инсоляции к поверхности почвы вызывает повышение интенсивности возобновительного процесса сосны обыкновенной. Особенно это проявляется на вырубках в первые годы после окончания рубки. Через 10 лет количество крупного подроста при среднем возрасте 9,8 лет достигает 2570 шт./га, что составляет 73,4% от общего его количества. В дальнейшем при разрастании живого напочвенного покрова и подлесочных пород интенсивность появления самосева сосны снижается и в возрасте 6,8 лет его оказывается 22,0%, а мелкого еще меньше — 4,6%. Причем прирост крупного подроста за последние 3 года составляет 37,0 см, среднего - 24,5 см. Другой особенностью подроста является количество ветвей в мутовке, что служит показателем его жизнеспособности. У мелкого подроста в среднем в мутовке имеется 1,9

ветви, среднего — 2,6, крупного — 4,4 ветви. Можно считать, что имеющийся на вырубке крупный и средний подрост сосны в количестве 3,2 тыс. шт./га, способен обеспечить успешное формирование молодого поколения при преобладании в его составе сосны обыкновенной.

В итоге за 10 лет средняя высота подроста на вырубке составляет 2,4 м, а под пологом леса она оказывается более низкой (рисунок 4).



Примечание: ряд 1 – подрост на вырубке, ряд 2 – в 25-метровой кулисе, ряд 3 – в 50-метровой, ряд 4 – в 75-метровой, ряд 5 – в 100-метровой кулисе.

Рисунок 4 - Изменение величины текущего прироста в высоту (см) у подроста в различных условиях местопроизрастания в течение первых 10 лет жизни.

Если принять за 100% среднюю высоту подроста на вырубке, то в 100-метровой кулисе она составит 70,8%, 75-метровой — 75,0, 50-метровой — 83,3, а в 25-метровой — 91,7%. Отсюда между средними величинами подроста на вырубке и под пологом леса существует прямая связь (коэффициент корреляции $r = -0,96 \pm 0,03$, а связь между шириной кулисы и приростом подроста в последний год также является прямой с отрицательным знаком при $r = -0,95 \pm 0,04$).

Таким образом, первый опыт применения чересполосных постепенных рубок в сосновых лесах зеленой зоны показал обнадеживающие результаты по существенному повышению интенсивности возобновительного процесса, что позволяет при ужесточении требований пожарной безопасности в лесах прогнозировать формирование сосновых молодяков на месте спелых и перестойных насаждений.

Заключение

1. Применение в сосновых насаждениях зеленых и водоохранных зон несплошных рубок, даже с частичной минерализацией почвы, не ведет к повышению интенсивности процесса естественного возобновления сосны обыкновенной. В целях поддержания на уровне санитарного состояния сосновых экосистем следует оставить в лесохозяйственной деятельности выборочные санитарные рубки.

2. Применение узколесосечного способа при чересполосных постепенных рубках способствует усилению появления и развития подроста сосны обыкновенной, что связано с повышением освещенности и влажности почвы как на вырубках, так и под пологом леса.

3. Снятие дернинного слоя почвы мощностью 20-25 см и складирование его с пнями и порубочными остатками в валы вызывает бурное появление самосева сосны как на ровных площадках, так и на валах. Успешный рост и развитие подроста на валах возможно лишь при применении химического способа борьбы с нежелательной травянистой растительностью.

4. С повышением высоты местности над уровнем моря, в сосновых насаждениях происходит снижение продуктивности, а в возобновительном процессе – успешное появление в подросте темнохвойных пород – пихты сибирской и кедра сибирского, хотя интенсивность появления подроста сосны остается крайне низкой.

5. Многолетнее техногенное загрязнение атмосферы и почвы газообразными и твердыми вредными веществами отрицательно сказывается на сосновых экосистемах, и в первую очередь на возобновительном процессе по причине гибели подроста сосны. В связи со снижением полноты верхнего яруса нишу подроста сосны занимает клен ясенелистный, который в будущем заменит сосновую экосистему.

6. Введение понятия «экологическая спелость» является вполне оправданным по той причине, что в зеленых зонах и водоохраных сосновых насаждениях хозяйство должно вестись не на древесину, а на сохранение максимального влияния сосняков на окружающую среду. В этом отношении применение шкалы определения возраста экологической спелости окажется полезным при ведении неистощительного лесопользования в защитных лесах.

Рекомендации

1. В высокопродуктивных сосновых насаждениях водоохраных и зеленых зон с неудовлетворительным естественным возобновлением сосны обыкновенной возможно проведение чересполосных постепенных рубок с уборкой корненасыщенного слоя почвы в валы.

2. В связи с быстрым зарастанием валов травянистыми и кустарниковыми растениями для сохранения самосева возможно применение точечного опрыскивания валов гербицидами.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в изучении сохранности сосновых экосистем, а также динамики изменения составов насаждений при глобальном изменении климатических условий.

СПИСОК

работ, опубликованных автором по теме диссертации

а) работы в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Парамонов, Е.Г. Лесовозобновительные процессы в приречных сосняках /Е.Г.Парамонов, **А.Н.Шульц** //Мир науки, культуры, образования.-2011.-№2(27).- С.322-323.

2. **Шульц, А.Н.** Влияние экологических факторов на возобновительный потенциал пригородных сосняков /А.Н.Шульц, Е.Г.Парамонов //Мир науки, культуры, образования.-2011.- № 6(31).- С.242-243.

3. **Шульц, А.Н.** Техногенное загрязнение атмосферы и видовая смена в фитоценозе /А.Н.Шульц, Е.Г.Парамонов //Вестник АГАУ.-2012.- №3(89).- С.44-46.

4. Парамонов, Е.Г. Лесоводственное обоснование применения чересполосных постепенных рубок в приречных сосняках /Е.Г.Парамонов, **А.Н.Шульц** //Мир науки, культуры, образования.-2012.- № 3(39).- С.338-339.

5. Парамонов, Е.Г. Интенсивность роста подроста сосны в пригородных лесах /Е.Г.Парамонов, **А.Н.Шульц** //Вестник АГАУ.-№ 9(95).- 2012.- С.46-48.

б) монографии, технические указания

6. Парамонов, Е.Г. Приречные боры юга Западной Сибири /Е.Г.Парамонов, С.Д.Самсоненко, **А.Н.Шульц**. -Барнаул: Изд-во АГУ, 2012.- 200 с.

в) статьи в других изданиях

7.**Шульц, А.Н.** К вопросу совершенствования ведения лесного хозяйства в городских лесах /А.Н.Шульц //Антропогенное воздействие на лесные экосистемы.- Барнаул: Изд-во АлтГУ.-2002.-С.81-83.

8. **Шульц, А.Н.** Установление экологического возраста спелости в пригородных сосняках /А.Н.Шульц //Кулундинская степь: прошлое, настоящее, будущее.- Барнаул: Изд-во АлтГУ.-2003.- С.417-420.

9. Парамонов, Е.Г. Оценка мер содействия естественному возобновлению в приречных сосняках /Е.Г.Парамонов, **А.Н.Шульц** //Леса России и хозяйство в них.-2011.- №4(41).- С.52-57.

10. Парамонов, Е.Г. Динамика возобновления сосны на вырубках в приречных сосняках /Е.Г.Парамонов, **А.Н.Шульц** //Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений.- Красноярск: 2012.- С.75-78.

11. Парамонов, Е.Г. Эколого–лесоводственная характеристика приобских сосняков на юге Западной Сибири /Е.Г.Парамонов, С.Д.Самсоненко, **А.Н.Шульц** //Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии // Материалы X11 Междун. науч-произ. конф.- Барнаул: 2013.- С.45-52.