

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

Белорусский технологический институт
имени С. М. Кирова

На правах рукописи

М. Е. МАЙОРОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ХОДА
ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ
ПОСТЕПЕННЫХ РУБКАХ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ**

(Специальность № 06.563, лесоведение)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

МИНСК - 1969 г.

634.9
М-14

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛОРУССКОЙ ССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. С.М.КИРОВА

На правах рукописи

М. Е. МАЙОРОВ

ИЗД.

Пр. 1969

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ХОДА
ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ
ПОСТЕПЕННЫХ РУБКАХ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

(Специальность № 06.563, лесоведение)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

БИБЛИОТЕКА БТИ
ИМ. С. М. КИРОВА

МИНСК, 1969 г.

2134ар

Работа выполнена в Белорусском технологическом институте
им.С.М.МИРОВА

Научный руководитель - профессор, доктор сельскохозяйственных
наук Н.И.КОСТКЕВИЧ

Официальные оппоненты: Заместитель директора по научной работе
ЛитНИИЛХ, доктор сельскохозяйственных
наук Л.А.КАЙКИШИС и доцент БТИ, кандидат
сельскохозяйственных наук В.Е.ЕРМАКОВ

Ведущее предприятие - Государственный комитет по охране природы
Совета Министров БССР

Автореферат разослан " _____ 1969 г.

Защита диссертации состоится " _____ 1969 г.

на заседании Совета Белорусского технологического института
им.С.М.МИРОВА, г.Минск, ул.СВЕРДЛОВА, 13^а, корпус 4, ауд.220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ваши отзывы и замечания по автореферату просим направлять в двух
экземплярах с заверенными подписями по адресу Ученого Совета.

Ученый секретарь Совета

Н.П.БЛИНЦОВА.

Программой Коммунистической партии Советского Союза, решениями XXIII съезда КПСС поставлены задачи дальнейшего повышения производительности лесов нашей страны, научно обоснованного использования лесных богатств, совершенствования технологии лесозаготовок и других видов лесопользования, усиления роли леса как важного природоохранного фактора.

Важной проблемой хозяйства в лесу остается до настоящего времени проблема оптимального сочетания размеров и характера лесопользования и лесовосстановления. Для решения ее необходимо искать рациональные методы использования и восстановления лесных ресурсов с тем, чтобы, увеличивая объем лесопользования, не уничтожать при этом лесной среды, сохранять и улучшать экологические условия для естественного лесовосстановления. Сохранение, разумное использование и увеличение лесных богатств необходимо для гармоничного развития социалистического общественного производства, формирования коммунистических общественных отношений и воспитания человека коммунистического общества.

Одним из методов, который способствует рациональному использованию лесных ресурсов и вместе с тем обеспечивает их естественное восстановление, считают постепенные рубки. Этот вид рубок главного пользования применяется давно, но не имеет еще общепризнанной оценки. В деле изучения и применения постепенных рубок большую роль играет фактор времени, несоответствие между сравнительно быстро меняющимся уровнем технического прогресса в лесном хозяйстве и лесной промышленности и более стабильной величиной - периодом роста и созревания древостоя. Именно поэтому новое поколение лесоводов, новые исследователи обращаются к старой системе рубок и пересматривают ее с позиций современ-

ных научно-технических достижений.

На территории Белорусской ССР в сравнении с другими республиками Советского Союза постепенных рубок проводится мало и опыт их проведения изучен слабо. Это позволяет считать проблему изучения постепенных рубок в различных лесорастительных условиях республики достаточно актуальной с теоретической и хозяйственной точек зрения.

В задачу настоящей работы входило изучение микроклиматических режимов, сложившихся после проведения первого приема постепенных рубок, на узких сплошных лесосеках и контрольных участках в сосняке вересковом, вересково-мшистом и орляково-черничном; изучение влияния микроклиматических режимов на ход естественного возобновления сосны, развитие нижних ярусов растительного покрова, прирост соснового подроста и оставляемых после рубки материнских деревьев; интенсивности физиологических процессов в хвое соснового подроста, а также изучение характера снегонакопления, режима влажности почвы и другие вопросы.

Цель настоящей работы заключается в установлении формы и размеров связи:

1) между интенсивностью изреживания верхнего полога древо-стоя, группами сомкнутости и режимами микроклиматических характеристик в отдельные периоды времени;

2) между интенсивностью изреживания верхнего материнского полога и количественными характеристиками хода естественного возобновления;

3) между характеристиками микроклиматических режимов и высотой соснового подроста;

4) между интенсивностью развития нижних ярусов растительного покрова и ходом естественного возобновления сосны;

5) в установлении лесоводственной и сравнительной экономической эффективности постепенных механизированных рубок в трех основных сосновых типах леса Опшано-Минского лесорастительного района БССР и выработке практических рекомендаций.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов и предложений, списка использованной литературы и приложения; содержит 218 стр. машинописного текста, иллюстрирована 37 рисунками и 85 таблицами, из которых 50 приведены в тексте и 35 в приложении, список литературы включает 337 работ, из них 17 иностранных авторов.

В первой главе дается краткий исторический обзор работ по изучению постепенных рубок.

Во второй главе излагается методика исследований в соответствии с задачами темы.

В третьей главе дается характеристика физико-географических, лесорастительных и климатических условий района исследований; приводятся результаты изучения почвенных условий, таксационных признаков древостоя, условий местообитания и типов леса на пробных площадях.

В четвертой главе излагаются результаты исследования микроклиматических условий при первом приеме постепенных рубок; режима освещенности, режима температуры приземного слоя воздуха и почвы, температуры поверхности стволов деревьев и соснового подраста, влажности воздуха, испаряемости, режима снегонакопления и влажности почвы.

В пятой главе излагаются результаты исследований хода естественного возобновления; интенсивности фотосинтеза и транспирации соснового подростка, изменения нижних ярусов растительного покрова и содействия естественному возобновлению.

В шестой главе дается анализ изменения прироста оставляемых деревьев и сравнительной экономической эффективности естественного возобновления сосны при узко-лесосечных и постепенных рубках.

В заключение приводятся основные выводы и предложения по теме исследования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Административный район исследования - Ивановское лесничество Червеньского лесхоза - расположен в 70-80 километрах к востоку от г. Минска. Леса Ивановского лесничества относятся к Минско-Борисовскому комплексу лесных массивов Ошмяно-Минского лесорастительного района подзоны широколиственно-еловых лесов (И. Д. Юркевич и В. С. Гельтман, 1965). По климатическим условиям территория Ивановского лесничества находится на границе Борисовско-Руденского и Березинского районов центральной, теплой, умеренно влажной области (А. Х. Шкляр, 1962). Средняя температура воздуха в апреле здесь равна $+6,2^{\circ}\text{C}$, в октябре $+6,7^{\circ}\text{C}$, продолжительность вегетационного периода - 182-193 дня, с апреля по октябрь выпадает в среднем 332 мм осадков, продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 130 дней, средняя скорость ветра не превышает 3,3 м/сек.

В геологическом отношении территория района исследований представлена отложениями четвертичного периода, ледниковыми и

водноледниковыми образованиями. Покровные водноледниковые отложения, представленные желтыми разнозернистыми песками, подстилаются рисской мореной второй стадии - бурными валунными суглинками. Ниже рисской морены залегают межстадиальные рисские отложения. Рельеф местности - слабоволнистый. Почвы района исследований образовались на валунных супесчаных моренных суглинках, оставленных Валдайским оледенением.

Постоянные пробные площади заложены и первый прием постепенных рубок проводился летом 1963 и 1964 гг. во второй группе лесов в трех типах леса: сосняке вересковом, вересково-мышистом и орляково-черничном. Данные типы леса распространены на 68,5% площади лесов Белоруссия (И.Д.Юркевич и В.С.Гельтман, 1965).

В основу работы положен метод стационарных исследований. Подобранные в натуре участки спелого соснового леса (80-90 лет) общей площадью 3-17 га отграничивались визирами и разбивались на пасеки шириной 40 и длиной 100 метров, одна из пасек служила контролем, другая - отводилась в сплошно-лесосечную рубку, на остальных по состоянию назначались двух и трехприемные постепенные рубки. После рубки на пасеках закладывались пробные площади 0,1-0,2 га для изучения микроклиматических условий и хода естественного возобновления. Одновременно были заложены пробные площади в речине, в сосновых молодняках 18-20 лет, на лесосеке шириной 100 метров и в поле - всего 37 пробных площадей. На всех пробных площадях пронумерованными колышками закреплена сетка пятиметровых квадратов. Закладка пробных площадей производилась без прорубки граничных визиров, пасечные волокна на участках постепенных рубок в пробную площадь не входили.

Для изучения почвенных условий на каждой пробной площадке был заложен разрез полного профиля. Закладка разрезов, описание генетических горизонтов и взятие почвенных образцов производились с 18 по 30 июля 1965 года. Физический и химический анализы проведены в октябре-декабре 1965 г. в лаборатории кафедры почвоведения Белорусского технологического института им. С.М.Кирова. Из физических свойств почвы определялись: механический состав по методу А.П.Сабанина, плотность, капиллярная и полная влагоемкость (И.К.Блинцов и К.Л.Забелло, 1961). Из химических свойств определялись следующие: содержание гумуса в процентах по И.В.Турину; содержание общего азота в мг на 100 г. почвы по Л.М.Мещерякову; содержание подвижной фосфорной кислоты по А.Г.Кирсанову; содержание подвижного калия по Шахтшабелю; содержание подвижного алюминия по А.В.Соколову; показатели кислотности в водной суспензии по Н.К.Крупскому; показатели кислотности в водной вытяжке по Алямовскому; величины гидролитической кислотности по Т.Каппену; показатели кислотности в солевой вытяжке (*KCl*) по Алямовскому; величины суммы поглощенных оснований по Каппену-Гильковичу; вычислялись: емкость поглощения и степень насыщенности почв основаниями в процентах. В результате описания генетических горизонтов, физико-механического и химического анализов установлено, что в сосняке вересковом почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, развивающаяся на супеси песчанистой, подстилаемой песком среднезернистым; в сосняке вересково-шишом - дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на супеси песчанистой, подстилаемой песком среднезернистым, а с глубины 120-175 см песчанистым моренным суглинком;

в сосняке орляково-черничном - дерново-подзолистая, сильно оподзоленная, развивающаяся на супеси песчанистой, подстилаемой песком среднезернистым и ниже песчанистым моренным суглинком. Дерново-подзолистые слабо, средне и глубокооподзоленные почвы занимают 29,9% площади БССР (П.П.Роговой, 1952).

Таксация древостоя на пробных площадях производилась по общепринятой методике (В.К.Захаров, 1961, Ф.П.Моисеенко, В.И.Зернов, 1962). Одновременно с перечетом проводилась классификация деревьев по шкале классов роста Крафта (И.С.Мелехов, 1939).

В соответствии с конкретно сложившейся сомкнутостью крон деревьев после проведения первого приема постепенных рубок различной интенсивности и характером распределения проекций крон деревьев на площади образованы четыре группы сомкнутости. К I группе (0,0-0,25) незначительной степени сомкнутости отнесены узкие сплошные лесосеки, ко II группе (0,26-0,45) слабой степени сомкнутости - участки двухприемных постепенных рубок, к III группе (0,46-0,65) средней степени сомкнутости - участки трехприемных постепенных рубок, к IV группе (0,66-1,00) контрольные участки. Группа сомкнутости определялась на основании варьирования сомкнутости крон деревьев в процентах по элементарным пятиметровым квадратам.

Отнесение участков постепенных рубок и других участков к определенным группам сомкнутости обусловлено тем, что: 1) микроклиматические условия под пологом леса зависят в основном от степени сомкнутости крон деревьев; 2) узкие сплошные лесосеки испытывают отенение со стороны соседних стел леса в течение суток и на протяжении всего вегетационного периода как за счет

части горизонтальных проекций крон пограничных деревьев, так и за счет вертикальной проекции всей стены леса; 3) сомкнутость крон деревьев перед рубкой и количество подроста на опытных участках были не одинаковыми. (В.П. Григорьев и др. 1965). Изучение хода естественного возобновления по группам сомкнутости позволяет установить численное выражение связи микроклиматических условий участка, дифференцированных в результате различных рубок и хода естественного возобновления соснового подроста.

На каждой пробной площади обозначалась средняя точка. Изучение микроклиматических характеристик производилось как в средней точке, так и по площади пробы. Необходимое число наблюдений устанавливалось на основании предварительного изучения варьирования отдельных микроклиматических характеристик в данных условиях.

Изучение режима освещенности производилось в угловых точках пятиметровых квадратов, которые служили основой для картирования крон деревьев. Наблюдения проводились на высоте 1,3 м и на уровне земли люксметром Ю-16 при безоблачной погоде в 8-9, 12³⁰-13³⁰ и 17-18 часов Декретного московского времени; при плотной облачности - в течение одного часа в 50-60 точках на каждой пробной площади. Среднее значение освещенности на пробе устанавливалось путем статистической обработки относительных величин освещенности каждой точки (*J. Wiesneg*, 1907, М.А. Иванов, 1932, М.И. Сахаров, 1940).

Режим температуры приземного слоя воздуха изучался с помощью суточных термографов на высоте 4-5 см, с помощью минимальных, максимальных и срочных термометров на высоте 2, 30 и 130 см, с помощью термометра ТЭМП-60 на высоте 0,2, 1,0, 2,0, 10, 30 и

130 см. Наблюдения проводились три раза в сутки при ясной, малооблачной погоде, в течение вегетационного периода. В то же время производились измерения температуры почвы с помощью срочных ртутных термометров с шарообразным резервуаром на глубине 0, 5, 10, 15, 20 и 25 см. Срочные термометры заглублялись в отверстия, подготовленные термометром-шупом и выдерживались в почве в течение 5-7 минут. Одновременность наблюдений за температурой воздуха и почвы в четырех точках составляла 20-28 минут. Влажность воздуха измерялась с помощью вентиляционного психрометра Асмана на высоте 1,3 м.

Температура поверхности стволов деревьев и подроста измерялась с помощью термометра ТЭМП-60 в мае 1966 г. в 15-16 часов у корневой шейки, на высоте 30 и 130 см.

Испаряемость со свободной водной поверхности изучалась с помощью чашек Петри и технических весов. На каждой пробной площади выставлялось шесть чашек с 30 гр. воды, время экспонирования - 6 часов, одновременно наблюдения проводились на четырех пробных площадях.

Изучение режима снегонакопления проводилось в 1965 и 1966 гг. в феврале и марте, в период образования наибольших снеготпасов в лесу и в поле. Для более удобного, быстрого и точного производства снегосъемки с помощью весового плотномера была изготовлена специальная лопаточка-рейка.

Изучение режима влажности почвы производилось в течение трех лет термовесовым способом, образцы брались в трехкратной повторности из каждого генетического горизонта до глубины в 100 см. Влагоемкость почвы определялась с помощью колец

Капещкого.

Учет и обмер подроста в сосняке вересковом производился на одномоетровых площадках, закрепленных пронумерованными кольшами; в сосняке вересково-мшистом и орляково-черничном учетной единицей служил пятиметровый квадрат, который дополнительно разбивался на метровые полосы и квадраты. В основу методики учета хода естественного возобновления положены требования С.С.Пятницкого (1959), В.В.Гумана (1929), М.Е.Ткаченко (1955), Н.А.Кузнецова (1918) и результаты предварительного изучения варьирования высот, диаметров и прироста по высоте соснового подроста на данных пробных площадях.

При статистической обработке для определения средних значений высоты, диаметра на половине высоты и прироста по высоте сосновый подрост объединялся в трехлетние возрастные группы с выделением однолеток в отдельную группу, сравниваемую только по количеству. Трехлетняя градация соснового подроста связана с периодичностью плодоношения сосны обыкновенной (И.Д.Дркевич и др. 1940, В.Н.Азиев (1958, 1965, В.П.Тимофеев, 1939, В.П.Разумов 1940) и подтверждается коэффициентами различия примерно до 16 лет. Сосновый подрост, выросший под сомкнутым пологом материнского древостоя, в возрасте 17-20 лет и более существенно не различается по высоте, диаметру и может быть отнесен к однородной статистической совокупности.

Интенсивность фотосинтеза соснового подроста изучали по методу Сакса (половинок). Возможность и эффективность использования данного метода в полевых условиях достаточно обоснована целым рядом исследователей (И.Э.Рихтер, 1964). Извлечение пиг-

ментов из хвои соснового подроста производили по методу Т.Н. Годнева (1952), концентрацию пигментов в вытяжке определяли на спектрофотометре СФ-6.

Изучение нижних ярусов растительного покрова проводилось в течение четырех лет на постоянно закрепленных 25 площадках, в июне до начала массового созревания *Vaccinium myrtillus*. В 1964 и 1965 гг. проводился учет видового состава, встречаемости и обилия растений по Друде. В 1966 и 1967 гг. кроме того определялось проективное покрытие и обилие растений по методике и шкале отдела геоботаники института экспериментальной ботаники АН БССР (И.Д. Юркевич и др. 1968).

Осенью 1964 года в трех типах леса было проведено содействие естественному возобновлению путем минерализации почвенных однометровых площадках. Учет однолеток, двухлеток, трехлеток и всходов производился осенью 1965, 1966 гг. и летом 1967 г., одновременно с этим учитывался самосев сосны на участках постепенных рубок, минерализованных при трелевке деревьев.

Осенью 1965 и 1966 гг. брали средние модели двух и трехлеток сосны, с последующим их обмером и взвешиванием.

Определение текущего прироста производилось на трех средних деревьях по четырем классам роста Крафта.

Обработка собранного полевого материала производилась статистическим методом (Н.Л. Леонтьев, 1961). Вычислялись коэффициенты корреляции и корреляционные отношения между группами сомкнутости и высотами трехлеток сосны, между высотами трехлеток и микроклиматическими характеристиками.

Характер связи исследуемых величин проверялся мерой линейности. Корреляционные уравнения, выражающие связь между высо-

тами трехлеток сосны и характеристиками микроклиматических режимов: освещенностью на уровне земли и высоте 1,3 м, температурой почвы на глубине 5 см, испаряемостью вычислялись по способу числовых коэффициентов (О.А. Труль, 1966).

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИ ПЕРВОМ ПРИЕМЕ
ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК

§ 1. Режим освещенности

Наши исследования режима освещенности показывают, что во всех трех типах леса различие в освещенности на высоте 1,3 м и на уровне земли уменьшается с увеличением степени сомкнутости крон деревьев. Различие относительной освещенности на высоте 1,3 м и на уровне земли при плотной облачности в сосняке вересковом соответственно по группам сомкнутости равно: 12,3%; 11,8%; 8,2%; 5,0%; в сосняке вересково-мшистом: 12,4%; 13,9%; 9,9%; 4,1%; в сосняке орляково-черничном: 27,4%, 19,6%, 9,5%, 7,7%. Приведенные данные показывают, что на величине освещенности отражаются как степень сомкнутости крон деревьев, так и типологические особенности участков: различие в освещенности на данных уровнях уменьшается от узких сплошных лесосек к контрольным участкам, а по типам леса - от сосняка орляково-черничного к сосняку вересковому. Это прежде всего связано с изменением величины проективного покрытия нижних ярусов растительного покрова по типам леса и группам сомкнутости.

Величины относительной освещенности при различных погодных условиях оказываются довольно близкими. При плотной облачности под полог насаждения проникает больше света, чем при без-

облачной погоде. Особенно хорошо эта закономерность проявляется в редине, на участках трехприемных постепенных рубок, контрольных участках и в молодняке. Величина относительной освещенности при любом состоянии облачности уменьшается с увеличением степени сомкнутости крон деревьев и существенно различается по группам сомкнутости. Наибольшего значения коэффициенты различия " t " достигают между узкими сплошными лесосеками и контрольными участками, наименьшего - между участками двухприемных и трехприемных постепенных рубок.

§ 2. Режим температуры приземного слоя воздуха и верхнего слоя почвы

Данные термографических наблюдений показывают, что температура приземного слоя воздуха на высоте 5 см в данных типах леса изменяется в зависимости от степени изреживания верхнего древесного полога или категории участка. На открытом полевом участке наблюдается постепенное нарастание температуры приземного слоя воздуха. После восхода солнца и постепенное понижение примерно после 17 часов. Максимальные значения температуры сохраняются примерно с 12 до 17 часов. На узких сплошных лесосеках в этом слое воздуха отмечается самая высокая сумма положительных суточных температур: в сосняке вересковом 545,4⁰С, в сосняке вересково-шишом 541,6⁰С, в сосняке орляково-черничном 386,0⁰С. Для узких сплошных лесосек характерен наибольший устойчивый максимум температуры воздуха в полуденное время: в сосняке вересковом 32,8⁰С, в сосняке вересково-шишом 37,5⁰С, в сосняке орляково-черничном 37,5⁰С; здесь же наблюдаются и самые низкие минимальные положительные температуры: в сосняке

вересковом $4,1^{\circ}\text{C}$, в сосняке вересково-мшистом $8,5^{\circ}\text{C}$, в сосняке орляково-черничном $7,4^{\circ}\text{C}$. Для узких сплошных лесосек характерна самая широкая амплитуда колебаний температуры приземного слоя воздуха. Утром, после восхода солнца здесь наблюдается резкий подъем температуры и быстрое ее нарастание до 12-14 часов, а затем постепенный спад. На узких сплошных лесосеках дольше, чем в поле сохраняются высокие температуры приземного слоя воздуха, в июне примерно с 10 до 19 часов. Характерным признаком изменения температуры приземного слоя воздуха на участках постепенных рубок является более плавное, чем на узких сплошных лесосеках, нарастание ее после восхода солнца, затем, примерно с 11 до 16 часов, резкие перепады и быстрое понижение как и в речине. Резкие перепады дневных температур вызваны здесь неравномерностью освещения почвы. На участках постепенных рубок наблюдаются более низкие, чем на узких сплошных лесосеках, максимальные температуры и более высокие минимальные. На контрольных участках и в молдняках, при самой высокой степени сомкнутости крон деревьев, температура приземного слоя воздуха изменяется в течение суток плавно, постепенно нарастая с восходом солнца и убывая после полудня. Для этих участков характерна минимальная амплитуда колебаний температуры приземного слоя воздуха; днем здесь наблюдаются самые низкие максимальные температуры, а ночью - самые высокие минимальные: в сосняке вересковом соответственно $27,5^{\circ}$ и $9,0^{\circ}$, в сосняке вересково-мшистом $27,8^{\circ}$ и $5,0^{\circ}$, в сосняке орляково-черничном $26,5^{\circ}$ и $6,5^{\circ}$. Описанный характер изменения температуры приземного слоя воздуха по группам сомкнутости и категориям площадей подтверждается наблюдениями по срочным термомет-

рам на высоте 2,30 и 130 см.

Исследование изменений температуры приземного слоя воздуха по вертикали показывает, что наибольшая температура имеет место у самой поверхности почвы. В зависимости от вида деятельной поверхности (оголенная почва, растительный и моховой покров), категории площадей и группы сомкнутости, изменение температуры воздуха по вертикали характеризуется различными температурными градиентами. С увеличением степени сомкнутости крон деревьев температурные градиенты везде уменьшаются. Уменьшение температурных градиентов наблюдается и по мере удаления от деятельной поверхности.

Характерным показателем изменения микроклиматических условий в зависимости от степени изреживания верхнего древесного полога является режим температуры поверхности почвы и ее верхних слоев. С увеличением степени сомкнутости крон деревьев температура поверхности почвы неуклонно уменьшается: в сосняке вересково-шиштом в июне в полдень на узкой сплошной лесосеке температура поверхности почвы равна $35,5^{\circ}\text{C}$, на участке двухприемной поствепенной рубки $35,0^{\circ}\text{C}$, на участке трехприемной рубки $25,0^{\circ}\text{C}$, на контрольном участке $23,2^{\circ}$. Максимум температуры на поверхности почвы отмечается в полдень. Но уже с глубины 5-15 см температурный максимум смещается к 17 часам, а на контрольных участках и в молодяке - даже к 21 часу. На глубине 20 и 25 см максимум температуры почвы на всех участках, как правило, наблюдается в вечернее время. Температура почвы на глубине 5-15 см варьирует в пределах 0,8-8,8% и точность определения среднего колеблется в пределах 0,4 - 3,6% при 10 отсчетах. В пределах

верхнего пятнадцатисантиметрового слоя наблюдается наиболее существенное различие в температуре почвы по группам сомкнутости.

Режим температуры приземного слоя воздуха в течение вегетационного периода по месяцам изменяется неравномерно. В апреле, мае, июне и июле температура воздуха резко возрастает, а затем постепенно понижается. В сосняке вересковом на узкой сплошной лесосеке температура воздуха на высоте 2 и 130 см в апреле была равна $19,5^{\circ}$ и $17,2^{\circ}$, в мае увеличивалась соответственно на $8,0^{\circ}$ и $4,4^{\circ}$, в июне на $2,5^{\circ}$ и $0,4^{\circ}$ по сравнению с маем, в июле на $4,6^{\circ}$ и $6,7^{\circ}$, а в августе по сравнению с июлем уменьшилась на $5,8^{\circ}$ и $2,2^{\circ}$, в сентябре на $11,5^{\circ}$ и $8,2^{\circ}$, в октябре на $3,8^{\circ}$ и $5,0^{\circ}$. Температура приземного слоя воздуха на высоте 2 см всегда выше температуры на высоте 130 см. и чем суше изучаемый период, тем эта разница существеннее.

Высокие температуры, удерживавшиеся на поверхности почвы в течение лета, характерны для узких сплошных лесосек и полевого участка. В сосняке вересковом на узкой сплошной лесосеке в июне, июле и августе температура на поверхности почвы была: $28,0^{\circ}$, $40,1^{\circ}$ и $34,2^{\circ}$; в сосняке вересково-мшистом соответственно: $25,5^{\circ}$, $32,5^{\circ}$ и $34,2^{\circ}$; в сосняке орляково-черничном: $27,2^{\circ}$, $32,5^{\circ}$ и $26,1^{\circ}$, на полевом участке: $27,8^{\circ}$, $39,2^{\circ}$ и $35,5^{\circ}$. На участках двухприемных постепенных рубок и в речине также отмечаются довольно высокие температуры на поверхности почвы, но, как показывает анализ изотерм, они удерживаются не более месяца.

В течение вегетационного периода температура поверхности почвы и верхних ее слоев на узких сплошных лесосеках остается

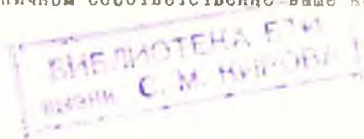
2134ар

выше, чем на всех остальных участках. В сосняке вересково-мшистом на узкой сплошной лесосеке в апреле температура поверхности почвы равна $15,0^{\circ}$, на глубине 5 см $11,8^{\circ}$, на глубине 10 см $11,1^{\circ}$, на глубине 15 см $10,1^{\circ}$; на участке двухприемной постепенной рубки соответственно: $11,4^{\circ}$, $8,9^{\circ}$, $7,7^{\circ}$, $7,0^{\circ}$; на участке трехприемной постепенной рубки: $11,2^{\circ}$, $8,5^{\circ}$, $7,5^{\circ}$, $6,6^{\circ}$; на контрольном участке: $11,3^{\circ}$, $8,1^{\circ}$, $7,3^{\circ}$, $6,3^{\circ}$. В июне на узкой сплошной лесосеке в сосняке вересково-мшистом температура поверхности почвы и верхних ее слоев соответственно равна: $33,0^{\circ}$, $22,8^{\circ}$, $20,8^{\circ}$, $18,4^{\circ}$; на участке двухприемной постепенной рубки: $28,6^{\circ}$, $15,2^{\circ}$, $14,6^{\circ}$, $13,5^{\circ}$; на участке трехприемной постепенной рубки: $26,6^{\circ}$, $15,0^{\circ}$, $14,1^{\circ}$, $13,2^{\circ}$; на контрольном участке: $25,5^{\circ}$, $14,7^{\circ}$, $13,1^{\circ}$, $12,5^{\circ}$. С увеличением глубины сезонное изменение температуры почвы носит все более плавный характер, температурный максимум смещается к августу и все меньше сказывается влияние изреживания древостоя.

Анализ изменения температуры 25-сантиметрового слоя почвы с помощью изотерм показывает, что в течение всего вегетационного периода наблюдается существенное ее различие по группам сомкнутости.

§ 3. Температура стволов соснового подростка и материнских деревьев

Температура стволов соснового подростка у корневой шейки на узкой сплошной лесосеке в сосняке вересковом на $1,0^{\circ}$ ниже температуры почвы на глубине 0,1 см, а в сосняке вересково-мшистом и орляково-черничном соответственно выше на $8,1^{\circ}$ и



6,9⁰. На всех остальных участках температура стволов сосново-го подроста у корневой шейки значительно выше температуры почвы на глубине 0,1 см. Температура стволов соснового подроста у корневой шейки на узких сплошных лесосеках во всех трех типах леса ниже температуры окружающего слоя воздуха на высоте 2 см: в сосняке вересковом на 1,9⁰, в сосняке вересково-шиштом на 3,0⁰, в сосняке орляково-черничном на 7,8⁰, на участках постепенных рубок и контрольных участках не наблюдается единого соответствия между температурой воздуха на высоте 2 см и температурой корневой шейки подроста. Температура стволов соснового подроста на высоте 30 см на всех участках выше температуры окружающего слоя воздуха.

Температура поверхности стволов деревьев у корневой шейки значительно выше температуры почвы на глубине 0,1 см во всех трех типах леса. Определенного соотношения между температурой воздуха на высоте 2 см и температурой поверхности стволов деревьев у корневой шейки не наблюдается.

Температура поверхности стволов деревьев на высоте 130 см на узких сплошных лесосеках (измерялась температура опущенных деревьев) постоянно оказывается выше температуры воздуха на данном уровне: в сосняке вересковом на 3,5⁰, в сосняке вересково-шиштом - на 1,7⁰, в сосняке орляково-черничном - на 1,0⁰. Подобная закономерность наблюдается и на участках двухприемных постепенных рубок. На участках трехприемных постепенных рубок и контрольных участках температура поверхности стволов деревьев или одинаковая с температурой окружающего воздуха, или выше ее, но незначительно.

§ 4. Влажность воздуха, испаряемость

Абсолютная и относительная влажность воздуха и дефицит влажности имеют хорошо выраженную суточную и сезонную изменчивость на каждом участке. В сосняке орляково-черничном на участке трехприемной постепенной рубки в июне абсолютная влажность воздуха в 8-9 часов утра была равна 11,2 мб., относительная влажность - 74%, дефицит влажности 4,3 мб. К 12 часам абсолютная влажность уменьшилась на 0,3 мб., относительная влажность на 22%, а дефицит влажности вырос на 6,5 мб. В 17 часов абсолютная влажность воздуха на участке понизилась еще на 3,1 мб., относительная влажность на 15%, а дефицит влажности увеличился на 3,8 мб. К 22 часам состояние воздушной массы стало примерно таким же как и утром: абсолютная влажность воздуха повысилась до 13,1 мб., относительная влажность до 75%, а дефицит влажности понизился до 4,4%. Дефицит влажности в суточной динамике повторяет изменение температуры воздуха, а абсолютная влажность, как правило, представляет зеркальное отражение изменений температуры воздуха. В сосняке орляково-черничном на участке двухприемной постепенной рубки в июне температура воздуха от 8 часов до 12³⁰ увеличилась на 4,3°, дефицит влажности вырос за это время на 5,1 мб.; от 12³⁰ до 17 часов температура воздуха увеличилась на 0,4°, дефицит влажности - на 0,6 мб., а относительная влажность осталась неизменной; к 22 часам температура воздуха снизилась на 3,6°, дефицит влажности уменьшился на 5,4 мб., а абсолютная влажность возросла на 0,7 мб.

В месячной динамике абсолютная влажность и дефицит влажности следуют за изменением температуры воздуха. Начиная с апреля месяца абсолютная влажность воздуха повышается до июля, а затем постепенно понижается.

Различная степень сомкнутости кроны деревьев сказывается на величинах абсолютной, относительной влажности воздуха и дефицита влажности. Однако существенное различие в состоянии воздушной массы наблюдается в утренние часы между узкими лесосеками и контрольными участками, между полем и молодняком в силу различной скорости прогревания воздуха на этих участках. Это различие сохраняется и в течение дня, но в более сглаженной форме. Все остальные участки также различаются по показателям абсолютной, относительной влажности и дефициту влажности, однако это различие практически незначительно.

В табл. I представлены данные об испаряемости с открытой водной поверхности по типам леса и группам сомкнутости. В этом показателе комплексно выражаются микроклиматические условия, сложившиеся в результате изреживания древостоя постепенными рубками и закладки узких сплошных лесосек. Освещенность, температура приземного слоя воздуха и почвы, температура стволов деревьев и подроста, влажность воздуха и скорость ветра - все это влияет на интенсивность испаряемости. Абсолютные характеристики испаряемости по типам леса не сравнимы, так как наблюдения проводились в различные дни с различными радиационным, температурным и ветровым режимом, но в пределах каждого типа леса испаряемость дает весьма наглядную картину микроклиматических изменений по группам сомкнутости и категориям площадей.

Абсолютные и относительные характеристики испаряемости говорят о том, что в результате проведения постепенных рубок и закладки узких сплошных лесосек образовались участки с существенно различными микроклиматическими условиями и это отразилось на характере развития нижних ярусов растительного покрова и ходе естественного возобновления древесных пород.

Таблица I

Изменение абсолютных и относительных характеристик испаряемости

Типы леса	Группы сомкнутости	0,00-	0,26-	0,46-	0,66-
		0,25	0,45	0,65	1,0
Сосняк вересковый		<u>15,0</u>	<u>11,27</u>	<u>6,95</u>	<u>5,45</u>
		100	75	46,3	36,8
Сосняк вересково-мшистый		<u>32,03</u>	<u>20,36</u>	<u>16,40</u>	<u>8,04</u>
		100	63,5	51,2	25,0
Сосняк орляково-черничный		<u>18,76</u>	<u>14,53</u>	<u>9,58</u>	<u>8,06</u>
		100	77,6	51,00	42,9
		Поле	Редина	Молодняк	
Сосняк вересково-мшистый		<u>20,72</u>	<u>12,18</u>	<u>4,98</u>	
		100	58,7	24,0	

Примечание: в числителе испаряемость в $\frac{\text{мг. час.}}{\text{см}^2}$, в знаменателе - в процентах.

§ 5. Режим снегонакопления

Вычисленные коэффициенты различия " t " плотности снежного покрова по группам сомкнутости показывают, что с вероятностью 95% при $t > 2$ наблюдается различие плотности снежного покрова между узкими сплошными лесосеками и участками трехприемных постепенных рубок, между узкими сплошными лесосеками и контрольными участками. Различие в плотности снежного покрова между узкими сплошными лесосеками и участками двухприемных постепенных рубок выражено слабее или вовсе отсутствует.

Между группами сомкнутости и мощностью снежного покрова (табл. 2) установлена близкая к линейной высокая корреляционная связь. Наблюдается высокая корреляционная связь между запасами воды в снежном покрове и группами сомкнутости. Постепенные рубки в сравнении с контрольными участками способствуют увеличению запасов снега. Изучение снегонакопления по категориям площадей показывает, что наибольшие снегозапасы в мм. слоя воды в сосняке вересково-мшистом соответствуют узким сплошным лесосекам, снегозапасы на участках двухприемных постепенных рубок составляют в среднем 86%, на участках трехприемных рубок 79,9%, в поле 79,3%, в молодяке 69,2% от снегозапасов на узких сплошных лесосеках.

Таблица № 2

Характер связи между группами сомкнутости
крон деревьев и мощностью снежного покрова

Т и п ы л е с а	1965 г.				1966 г.			
	$\frac{Q}{Z}$	$\pm \frac{m_e}{m_z}$	$\frac{t_e}{t_z}$	$\frac{C}{m_c}$	$\frac{Q}{Z}$	$\pm \frac{m_e}{m_z}$	$\frac{t_e}{t_z}$	$\frac{C}{m_c}$
Сосняк вересковый	0,87	0,012	72,5	1,38	0,81	0,031	26,1	1,39
	0,86	0,013	66,1		0,80	0,033	22,4	
Сосняк вересково- мшистый	0,88	0,012	76,5	2,62	0,90	0,017	52,9	1,47
	0,84	0,014	60,0		0,89	0,019	41,4	
Сосняк орляково- черничный	0,71	0,025	28,4	1,68	0,92	0,014	63,7	1,48
	0,69	0,026	26,5		0,91	0,016	56,9	

§ 6. Режим влажности почвы

Полученные нами данные показывают, что на участках, пройденных постепенными рубками, с сохранившимся моховым покровом в сухой период наблюдается увеличение, по сравнению с полевым участком, запасов влаги в метровом слое почвы. В сосняке вересково-мшистом в 1964 г. в июне и июле на полевом участке в метровом слое почвы было соответственно 29 и 35 мм продуктивной влаги, а на участке двухприемной постепенной рубки - 39 и 42 мм. Такая закономерность сохраняется и в последующие годы.

Анализ режима влажности метрового слоя почвы с помощью хроноэплет показывает, что во всех трех типах леса наибольшие запасы влаги в метровом слое почвы отмечаются в апреле. В мае и июне запасы влаги в метровом слое почвы в поле уменьшаются более чем в два раза; на узких сплошных лесосеках и участ-

ках постепенных рубок уменьшение влажности в метровом слое почвы протекает более плавно, поэтому влагообеспеченность здесь выше, чем в поле.

Соотношение влагообеспеченности на узких сплошных лесосеках по типам леса (сосняк вересковый - сосняк вересково-шишительный - сосняк орляково-черничный) в апреле, мае, июне и июле может быть представлено примерно как отношение 1:2:3.

Характер изменения относительного веса подземных частей двух и трехлеток сосны по группам сомкнутости показывает, что изреживание древостоев при постепенных рубках и закладка узких сплошных лесосек привели к существенному изменению режима влажности верхнего корнеобитаемого слоя почвы.

ХОД ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ

§ I. Количественное и качественное изменение хода естественного возобновления и его оценка

Понятие "ход естественного возобновления" включает в себя количественную и качественную стороны этого процесса, т.е. как накопление подроста определенного возраста на единице учетной площади, так и рост, его развитие в связи с изменением микроклиматических условий, ростом и развитием нижних ярусов растительного покрова.

Проведенные нами исследования показывают, что изреживание спелых сосновых древостоев постепенными рубками способствует увеличению количества однолеток сосны. На участках постепенных рубок число однолеток увеличивается из года в год, и в 1966 г. почти везде отмечается максимальное их количество. В сосняке ве-

ресковом на участке двухприемной постепенной рубки в 1964 г. на I га учтено 3375 шт. однолеток сосны, в 1965 г. - на 1375 шт. больше, а в 1966 г. количество однолеток в сравнении с 1964 г. увеличилось почти в 5,5 раза. В сосняке вересково-мшистом на участке двухприемной постепенной рубки в 1964 г. было учтено 9725 шт. однолеток, на второй год после рубки их количество увеличилось почти в 1,9 раза, на третий год - почти в 5,4 раза; на участке трехприемной постепенной рубки в 1964 г. насчитывалось 316 шт. однолеток на второй год после рубки их количество увеличилось примерно в 4,3 раза, на третий год - в 6,8 раза. В сосняке орляково-черничном на участке двухприемной постепенной рубки в 1964 г. в пересчете на I га было учтено 558 шт. однолеток сосны, в 1965 г. их количество увеличилось примерно в 1,3 раза, а в 1966 г. сократилось примерно в 1,4 раза в сравнении с 1964 г. и в 1,8 раза в сравнении с 1965 годом; на участке трехприемной постепенной рубки в 1964 г. было учтено 1133 шт. однолеток, в 1965 - 1147 шт. и в 1966 - 1000 шт.

На расположенных рядом узких сплошных лесосеках количество однолеток сосны на третий год после рубки резко сокращается. В сосняке вересковом на узкой сплошной лесосеке в 1964 г. в пересчете на I га, было учтено 4367 шт. однолеток сосны, в 1965 г. количество однолеток увеличилось примерно в 3,2 раза, а в 1966 г. сократилось в 1,6 раза в сравнении с 1964 г. и в 4,9 раза в сравнении с 1965 г. В сосняке вересково-мшистом в 1964 г. было учтено 5625 однолеток, в 1965 г. - 21125 шт., а в 1966 г. - на третий год после рубки - количество однолеток сократилось в сравнении с предыдущим годом в 2,5 раза. В сосняке орляково-

черничном в 1964 г. было учтено 2625 шт. однолеток, в 1965 г. примерно в 1,4 раза больше, а в 1966 г. - в 18 раз меньше. Приведенные данные показывают, что уменьшение числа однолеток на узких сплошных лесосеках в сосняке орляково-черничном можно рассматривать как полное прекращение естественного возобновления сосны, тогда как на участках постепенных рубок снижение числа однолеток на третий год после рубки выражено менее резко. Отмеченные изменения в количестве однолеток сосны во всех трех типах леса связаны с интенсивностью развития нижних ярусов растительного покрова. На узких сплошных лесосеках наряду с сосной, примерно в таком же количестве, появляется самосев березы.

Сравнение трехлетнего самосева сосны по группам сомкнутости (табл.3) показывает, что на узких сплошных лесосеках в сосняке вересковом средняя высота трехлеток примерно в 4,2 раза, на участках двухприемных постепенных рубок со слабой степенью сомкнутости кроны в 1,4 раза, на участках со средней степенью сомкнутости в 1,1 раза выше, чем на контрольных участках; в сосняке вересково-шишом высота трехлеток сосны на узких сплошных лесосеках и участках постепенных рубок превышает контрольные экземпляры примерно в 6,5; 1,4; 1,1 раза; в сосняке орляково-черничном - соответственно в 3,5 раза; 2,1 и 1,3 раза. Приведенные данные показывают, что лучшие условия для роста и развития трехлеток образовались на узких сплошных лесосеках; хорошие условия для роста и развития соснового самосева создаются на участках двухприемных постепенных рубок.

Сравнение размеров и веса абсолютно одновозрастного соснового подростка оказывается в пользу узких сплошных лесосек. Мак-

симальное количество света и влаги обеспечивает здесь энергичный рост и развитие сосны. При массовом налете семян в первые год-два после сплошно-лесосечной рубки здесь вполне возможно восстановление чистого соснового древостоя. Однако наличие березы в соседних стенах леса и интенсивное развитие травяного покрова могут полностью изменить ход естественного возобновления на узких сплошных лесосеках, как это и случилось на наших опытных участках.

Хорошо растет сосновый самосев на участках двухприемных постепенных рубок. На участках трехприемных постепенных рубок ощущается угнетающее влияние материнского древостоя, в результате чего у двух-трехлетнего соснового самосева часто отсутствуют боковые ветви.

Таблица № 3

Изменение размера и веса модельных растений сосны

Возраст модельных растений	0,00 - 0,25			0,26 - 0,45			0,46 - 0,65			0,66 - 1,00		
	Н см	Д мм	Р гр	Н см	Д мм	Р гр	Н см	Д мм	Р гр	Н см	Д мм	Р гр
<u>Сосняк вересковый</u>												
2 г.	11,0	4,8	3,64	8,8	2,5	1,05	6,0	1,5	0,17	5,1	1,3	0,12
3 г.	30,6	5,0	13,91	12,6	3,0	3,11	8,9	2,0	0,68	7,5	1,5	0,19
<u>Сосняк вересково-мшистый</u>												
2 г.	12,9	4,2	5,09	9,5	2,1	0,81	8,7	1,8	0,68	5,6	1,3	0,16
3 г.	27,6	4,1	10,16	15,7	2,4	1,66	10,4	1,9	0,98	8,5	1,4	0,43
<u>Сосняк орляково-черничный</u>												
2 г.	11,2	3,7	2,25	8,7	2,5	0,66	7,8	1,9	0,43	4,8	1,1	0,05
3 г.	29,0	3,8	6,29	18,1	2,9	2,42	13,5	2,0	1,18	8,7	1,2	0,26

Абсолютные значения прироста соснового подростка по высоте возрастает с увеличением возраста. В сосняке вересково-мшистом на участке двухприемной рубки прирост 5-7 летнего подростка за три года до рубки (1961-63 гг.) равен 8,7 см, у 8-9 летнего подростка прирост за этот период на 2,9 см больше, у 11-13 летнего - на 4,2 см, у 14-16 летнего на 4,8 см, у 17-19 летнего - на 7,0 см и у 20-25 летнего - на 12,9 см. Существенное различие в приросте до и после рубки наблюдается в сосняке вересковом на участках слабой и средней степени сомкнутости крон во всех возрастных группах до 16 лет ($t > 3$); в сосняке вересково-мшистом - до 10 лет, в сосняке орляково-черничном - до 7 лет и только на участках двухприемных постепенных рубок. На контрольных участках с сильной степенью сомкнутости крон деревьев прирост соснового подростка по высоте за сравниваемый период (1961-1963 и 1964 - 1966 гг.) во всех трех типах леса существенно не изменился.

Прирост соснового подростка по высоте тесно связан с изменением микроклиматических условий по группам сомкнутости. Это подтверждается вычисленными коэффициентами корреляции между высотой трехлеток сосны и освещенностью на уровне земли и высоте 1,3 м, температурой почвы на глубине 5 см и испаряемостью (табл. 4). Высокая, близкая к линейной корреляционная связь между высотой трехлеток сосны и режимами микроклиматических характеристик подтверждает эффективность проведения постепенных рубок в данных типах леса. Связь между высотой трехлеток и микроклиматическими характеристиками выражается эмпирическими уравнениями прямой, например, в сосняке вересково-мшистом $H = 0,28x - 0,52$, где H - средняя высота трехлетнего самосева, x - испаряемость в процентах.

Таблица № 4

Характер связи между микроклиматическими характеристиками
и высотой трехлеток сосны

Микроклиматические характеристики	Сосняк вересковый		Сосняк вересково-шишый		Сосняк орляково-черничный							
	$Z \pm m_z$	$t \frac{c}{m_c}$	$Z \pm m_z$	$t \frac{c}{m_c}$	$Z \pm m_z$	$t \frac{c}{m_c}$						
а) на уровне земли	0,92	0,0336	27,4	1,89	0,92	0,0340	27,0	1,39	0,92	0,0340	27,0	1,06
б) на высоте 1,3 м	0,97	0,0134	72,3	1,14	0,95	0,0224	42,5	0,88	0,89	0,0470	18,9	1,49
Освещенность (в процентах)												
а) на уровне земли												
б) на высоте 5 см												
Температура почвы на глубине 5 см												
Испаряемость (в процентах)												

§ 2. Интенсивность фотосинтеза и транспирации соснового подроста

С увеличением степени сомкнутости крон деревьев существенно уменьшается длина хвои соснового подроста, площадь ее поверхности и вес. Абсолютной сухой вес 100 хвоинок прошлого года на узкой сплошной лесосеке в сосняке вересково-мшистом, в июне был равен 1265 мг, на участке двухприемной постепенной рубки на 433 мг, на участке трехприемной постепенной рубки на 509 мг и на контрольном участке на 587 мг меньше, чем на узкой сплошной лесосеке.

Интенсивность дыхания и оттока в хвое соснового подроста возрастает с уменьшением степени сомкнутости крон деревьев, т.е. с увеличением освещенности. В июне 1966 г. при $+17^{\circ} + 22^{\circ}\text{C}$ на узкой сплошной лесосеке в сосняке вересково-мшистом истинный фотосинтез был равен $5,46 \text{ м/дм}^2$ в час, на участке двухприемной постепенной рубки на 1,44 мг, на участке трехприемной рубки на 2,01 мг и на контрольном участке на 2,33 мг меньше, чем на узкой сплошной лесосеке. Значение ассимиляционного числа уменьшается с уменьшением освещенности, указывая на снижение продуктивности работы хлорофилла с увеличением степени сомкнутости крон деревьев. Лучшие показатели интенсивности фотосинтеза и наиболее высокое ассимиляционное число отмечается у сосенок, выросших при полном солнечном освещении. С увеличением степени сомкнутости крон деревьев количество хлорофилла А и Б в хвое соснового подроста возрастает. В сосняке вересково-мшистом в июне, на узкой сплошной лесосеке содержалось 2,36 мг хлорофилла на

4 гр абсолютно сухого вещества хвои соснового подростка, на участке двухприемной постепенной рубки - на 0,41 мг/гр на участке трехприемной постепенной рубки на 0,36 мг/гр и на контрольном участке на 1,23 мг/гр больше, чем на узкой сплошной лесосеке. В изменении каротиноидов также наблюдается тенденция к увеличению с увеличением степени сомкнутости крон деревьев, хотя и не столь ярко выраженная, как в изменении содержания хлорофилла. Содержание хлорофилла в хвое соснового подростка изменяется по типам леса: в ивке на участке двухприемной постепенной рубки в сосняке вересково-мшистом сумма хлорофилла А и Б была равна 1,93 мг/га, в сосняке вересково-мшистом - 2,77 мг/гр, в сосняке орляково-черничном - 3,04 мг/гр.

Интенсивность транспирации соснового подростка уменьшается с увеличением степени сомкнутости крон деревьев. В сосняке вересково-мшистом интенсивность транспирации на узкой сплошной лесосеке равна 0,87% к сырой навеске хвои, на участке двухприемной постепенной рубки на 0,6%, на участке трехприемной постепенной рубки на 0,12% и на контрольном участке на 0,31% ниже, чем на узкой сплошной лесосеке. Относительные величины транспирации, полученные при трехминутном экспонировании побегов, срезаемых в воздушной среде, взвешиваемых на технических весах ТВ-200 и измеренные на хвоинках, отделяемых от ветви вместе с укороченным побегом, слоем камбия и древесины, взвешиваемых на торсионных весах ТВ-500, во всех трех типах леса оказались довольно близкими.

§ 3. Изменение нижних ярусов растительного покрова и влияние его на ход естественного возобновления

Изучение изменений видового состава травяного и мохового покрова по группам сомкнутости показывает, что на следующий после рубки 1964 год на опытных участках редко встречались злаки. В 1965 г. они стали появляться единично и группами в местах минерализации почвы. На третий и четвертый год после рубки резко возрастает встречаемость, обилие и проективное покрытие злаков и *Chamaenerium angustifolium Scop* на узких сплошных лесосеках. Проективное покрытие *loium pezenne L.*, *Apera spica Venti (L.) P.V.* и *Chamaenerium angustifolium Scop* на узких сплошных лесосеках в сосняке вересковом, вересково-мшистом и орляково-черничном в 1967 г. соответственно равно: 8,70%, 4,80%, 7,34%; 12,68%, 11,15%, 6,84%; 0,48%, 30,22%, 16,1%. На участках постепенных рубок эти виды растений или вовсе не встречаются, или представлены менее обильно, на участках двухприемных постепенных рубок проективное покрытие данных видов растений по типам леса соответственно равно: 0,0%, 0,0%, 0,0%; 0,60%, 0,0%, 0,0%; 0,40%, 3,80%, 0,0%. На контрольных участках в сосняке орляково-черничном в 1967 г. встречалось 24 вида растений, в сосняке вересково-мшистом 15 и в сосняке вересковом - 16; на узких сплошных лесосеках наоборот, наибольшее число видов - 33 встречается в сосняке вересковом, в сосняке вересково-мшистом - 26 и в сосняке орляково-черничном - 23. С изменением видового состава, встречаемости, обилия и проективного покрытия травяного покрова, особенно злаков, связано резкое уменьшение числа одноклеток на узких сплошных лесосеках на третий год после рубки,

тогда как на участках постепенных рубок и контрольных отмечается увеличение числа однолеток. Именно в этом заключается основное преимущество постепенных рубок перед сплошными узко-лесосечными в данных типах леса.

§ 4. Содействие естественному возобновлению

Для изучения влияния способа минерализации почвы на ход естественного возобновления сосны учет самосева производился на минерализованных однометровых площадках, участках почвы, минерализованных при трелевке деревьев, пасечных волоках и узких сплошных лесосеках. Если учтенное на I га количество самосева отнести на I% минерализованной различной площадью, то наибольшие показатели будут соответствовать участкам постепенных рубок, где минерализация почвы осуществлена одновременно с трелевкой и составляет 1,7-2,0% и участкам с однометровыми площадками. В 1966 г. число однолеток на минерализованных при трелевке участках уменьшилось в сосняке вересково-миштом примерно в 2,5 раза и в сосняке орляково-черничном - примерно в 1,6 раза по сравнению с 1965 годом. Однако общее количество самосева сосны и его количество, приходящееся на I% минерализованной площади - увеличилось. Если в 1965 г. в сосняке вересково-миштом на I% минерализованной площади приходилось 0,59 и 0,57 однолеток, то в 1966 г. - 0,75 и 1,08 однолеток и двухлеток. Приведенные факты говорят о том, что существующая технология лесозаготовок при постепенных рубках обеспечивает начало естественного возобновления сосны на участках с недостаточным количеством подраста.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ПРИ ПОСТЕПЕННЫХ И СПЛОШНЫХ
УЗКО-ДЕСОСЕЧНЫХ РУБКАХ

На участках постепенных рубок абсолютный текущий прирост древесной массы существенно снизился из-за уменьшения общего запаса на гектаре. Но одновременно увеличился относительный текущий прирост как отдельных деревьев, так и в среднем по насаждению. В сосняке вересковом на участке двухприемной постепенной рубки дополнительный световой прирост составил $0,5 \text{ м}^3/\text{га}$; в сосняке вересково-мшистом на участке двухприемной постепенной рубки - $0,7 \text{ м}^3/\text{га}$, на участке трехприемной постепенной рубки - $0,5 \text{ м}^3/\text{га}$; в сосняке орляково-черничном на участке двухприемной постепенной рубки - $0,6 \text{ м}^3/\text{га}$, на участке трехприемной постепенной рубки - $1,2 \text{ м}^3/\text{га}$. На контрольных участках дополнительного прироста по объему за этот период не наблюдается. Дополнительный световой прирост на участках постепенных рубок дает некоторый экономический эффект в сравнении со сплошными узко-лесосечными рубками.

Экономический эффект от постепенных рубок может быть получен как при лесозексплуатации, так и при лесовосстановлении. Первый прием постепенных рубок приводит к снижению производительности труда в сравнении со сплошно-лесосечной рубкой и к соответствующим экономическим потерям. По сумме затрат на лесозексплуатацию при первом и втором приемах постепенные трехприемные рубки позволяют экономить 6,6% и постепенные двухприемные 15,4% средств в сравнении со сплошно-лесосечными рубками. Для восстановления соснового древостоя на узких сплошных лесосеках во

всех трех типах леса необходимо уже в первом десятилетии проводить осветление сосны за счет удаления березы; в сосняке орляково-черничном возможно лишь искусственное восстановление сосны путем закладки лесных культур. На участках постепенных рубок сосна возобновляется естественным путем и только в сосняке орляково-черничном требуется некоторое содействие. Все отмеченные виды затрат определяют сравнительную экономическую эффективность восстановления сосны при узко-лесосечных и постепенных рубках. Анализ экономических расчетов показывает, что наибольший эффект в данных типах леса можно получить при проведении двухприемных постепенных рубок.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Исследование микроклиматических условий и хода естественного возобновления при первом приеме постепенных механизированных рубок в сосняке вересковом, вересково-шишом и орляково-черничном позволяет сделать следующие выводы:

1. Проведение двух и трехприемных постепенных рубок и закладка узких сплошных лесосек вызвали изменение химического состава верхних горизонтов почвы, выразившиеся прежде всего в увеличении запаса органических веществ, гумуса, азота и снижении величины pH. Амплитуда изменения химических свойств верхних горизонтов почвы снижается с увеличением степени сомкнутости кроны деревьев.

2. Микроклиматические характеристики: режим освещенности, режим температуры приземного слоя воздуха и верхнего слоя почвы, поверхности стволов деревьев и подроста, интенсивность испарле-

мости существенно различаются по установленным группам сомкнутости и категории площадей. С увеличением глубины от поверхности почвы различие в температуре по группам сомкнутости постепенно сглаживается. С увеличением высоты над поверхностью почвы сглаживается различие в температуре воздуха.

3. Наибольшие снегозапасы соответствуют узким сплошным лесосекам, а наименьшие - сильно сомкнутым спелым древостоям и молоднякам. Между мощностью снежного покрова, запасами воды в нем и группам сомкнутости наблюдается близкая к линейной высокая корреляционная связь. Проведение постепенных рубок способствует увеличению снегозапасов на участках.

4. Режим влажности верхнего корнеобитаемого слоя почвы, характеризующийся относительным весом подземной части двух и трехлетнего самосева сосны, существенно различается по группам сомкнутости. Уровень влагообеспеченности в метровом слое почвы на узких сплошных лесосеках в сосняке вересковом, вересково-шишковом и орляково-черничном может быть представлен примерно как соотношение 1:2:3. Влагообеспеченность на участках постепенных рубок ниже, чем на узких сплошных лесосеках.

5. Наиболее оптимальные микроклиматические условия для начала естественного возобновления сосны складываются на участках трехприемных постепенных рубок со средней степенью сомкнутости; наиболее оптимальные условия для развития и роста соснового подростка складываются на участках двухприемных постепенных рубок со слабой степенью сомкнутости крон деревьев и на узких сплошных лесосеках с незначительной степенью сомкнутости.

6. Ход естественного возобновления, накопления, роста и развитие соснового подроста изменяются по типам леса и группам сомкнутости. В сосняке вересковом, в группах слабой и средней степени сомкнутости крон хорошо накапливается сосновый самосев и наблюдается существенный прирост по высоте у подроста до 16 лет; в сосняке вересково-мшистом в тех же группах удовлетворительно накапливается самосев и существенный прирост по высоте наблюдается только у подроста до 10 лет; в сосняке орляково-черничном на участках постепенных рубок слабо накапливается сосновый самосев и существенный прирост по высоте стмечается только у подроста до 7 лет.

7. В первые два года после рубки хорошо возобновляются сосной узкие сплошные лесосеки в сосняке вересковом и вересково-мшистом, удовлетворительно в сосняке орляково-черничном. Одновременно на узких сплошных лесосеках накапливается примерно одинаковое с сосной количество березы, поэтому естественным путем здесь может сформироваться только сосново-березовое насаждение.

8. Между средними высотами трехлеток сосны и микроклиматическими характеристиками: режимом освещенности, температурой почвы на глубине 5 см и испаряемостью наблюдается высокая, близкая к линейной, прямая корреляционная связь.

9. Интенсивность ассимиляции, дыхания и оттока в хвое соснового подроста, интенсивность транспирации при определенных температурных условиях возрастает с уменьшением степени сомкнутости крон деревьев. Количество хлорофилла А и Б в хвое соснового подроста возрастает с увеличением степени сомкнутости крон

материнских деревьев.

Ю. Травяной покров наиболее интенсивно развивается на узких сплошных лесосеках на третий и четвертый год после рубки. На участках постепенных рубок травяной покров развивается менее интенсивно и поэтому здесь дольше сохраняются условия для естественного возобновления сосны.

II. Сравнение различных способов содействия естественному возобновлению показывает, что на 1% площади, минерализованной при трелевке деревьев и на однометровых площадках приходится наибольшее количество самосева сосны. В течение трех лет на минерализованной площади накапливается достаточное количество самосева для удовлетворительного возобновления сосны в данных типах леса.

12. Общая лесоводственная оценка хода естественного возобновления сосны обыкновенной по количеству подроста на узких сплошных лесосеках и участках постепенных рубок в данных типах леса может быть следующей. В сосняке вересковом сосна хорошо возобновляется на узких сплошных лесосеках и отлично на участках постепенных рубок; в сосняке вересково-шишом - хорошо на узких сплошных лесосеках и удовлетворительно на участках постепенных рубок; в сосняке орляково-черничном - удовлетворительно на узких сплошных лесосеках и слабо на участках постепенных рубок. Эффективность естественного возобновления сосны на узких сплошных лесосеках снижается в результате обильного появления самосева березы и пышного развития травяной растительности. На участках постепенных рубок эти явления отсутствуют или представлены в минимуме.

13. Постепенные рубки в сосняке вересковом, вересково-мшистом и орляково-черничном приводят к получению дополнительного светового прироста как на отдельных деревьях, так и в целом по насаждению.

14. Проведение упрощенных двухприемных постепенных рубок позволяет экономить в сосняке вересковом - 20,5%, в сосняке вересково-мшистом - 26,8%, в сосняке орляково-черничном - 35,1%, денежных средств по сравнению с узколесосечными рубками с учетом затрат на восстановление сосны; при трехприемных постепенных рубках расчетная экономия денежных средств в сосняке вересково-мшистом составляет - 20,4% и в сосняке орляково-черничном - 32,0% по сравнению с узкими сплошными лесосеками. Приведенные данные показывают, что в изучаемых типах леса экономическая и лесоводственная эффективность постепенных рубок между собой согласуются.

15. На основании наших исследований можно рекомендовать применение упрощенных двухприемных постепенных рубок как лесоводственно целесообразных и экономически более выгодных в данных типах леса; закладка узких сплошных лесосек допустима только как технологически неизбежная при проведении постепенных рубок.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Снегонакопление в насаждениях. Сб. Вопросы лесоведения и лесоводства. Высшая школа, Минск, 1965.

2. Снегонакопление в связи с постепенными рубками в сосновых типах леса БССР. Изв. ВУЗ. Лесной журнал № 2, 1967.

3. Изменение микроклиматических условий при первом приеме постепенных рубок в сосновых типах леса. Сб. Ботаника (исследования) изд-во АН БССР, вып. I, Минск, 1967.

4. Влияние первого приема постепенных рубок на ход естественного возобновления в сосновых типах леса. Сб. Вопросы лесоводства и лесозащиты. Высшая школа, Минск, 1967.

5. Режим влажности дерново-подзолистых почв в связи с постепенными рубками в сосновых типах леса. Сб. Вопросы лесоводства и лесозащиты. Высшая школа, Минск, 1967.

6. Интенсивность фотосинтеза и транспирации соснового подраста после первого приема постепенных рубок. Ж. Лесоведение № I, 1968.

7. Изменение нижних ярусов растительности в зависимости от сомкнутости древесного полога в сосняках. Сб. Ботаника (исследования), вып. XI. Изд-во Наука и техника, Минск, 1969.

8. Температура приземных слоев воздуха и стволов древесных растений (в соавторстве с Н.И.Костякевичем). Республиканский межведомственный тематический сборник Лесоведение и лесное хозяйство № 2, Минск, 1969 (в печати).