

630<sup>x</sup>  
P 47

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М. КИРОВА

На правах рукописи

УДК 630\* 24:566:892.1:174.752

РЕШЕТНИКОВ Владимир Федорович

РОСТ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ  
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ЕЛОВЫХ КУЛЬТУР БЕЛОРУССИИ,  
ПРОИДЕННЫХ РУБКАМИ УХОДА

Специальность 06.03.03 - "Лесоведение, лесоводство  
и защитное лесоразведение; лесные пожары  
и борьба с ними"

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

Минск 1984

Диссертационная работа выполнена в Белорусском научно-исследовательском институте лесного хозяйства.

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник  
А.М.КОЖЕВНИКОВ

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Ю.Н.АЗНИЕВ

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
А.И.РУСАЛЕНКО

Ведущая организация: Белорусское лесоустроительное  
предприятие.

Защита диссертации состоится "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1984 г.  
в \_\_\_\_\_ часов на заседании специализированного совета  
К 056.01.01 по присуждению ученой степени кандидата сельско-  
хозяйственных наук в Белорусском Ордена Трудового Красного  
Знамени технологическом институте имени С.М.Кирова (220630,  
г.Минск, ул. Свердлова, 13а, корпус 4, зал заседаний).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1984 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
кандидат сельскохозяйственных  
наук

И.Э.РИХТЕР

Актуальность темы. XXVI съезд КПСС поставил перед лесным хозяйством задачу обеспечения перехода к ведению его на принципах непрерывного и рационального лесопользования, улучшения качественного состава лесов.

При решении этой задачи особое внимание придается рубкам ухода, которые обеспечивают формирование насаждений желаемого состава и структуры, дают возможность получать органическое сырье задолго до главной рубки. Фитомасса ствола и кроны, получаемая при рубках ухода, широко используется в народном хозяйстве: как строительный материал, для производства хвойно-витаминной муки, хлорофилло-каротиновой пасты, лекарственных препаратов и т.д.

Запасы надземной фитомассы древостоев нужно знать не только для определения сырьевых ресурсов, но также для решения вопросов круговорота углерода, азота, зольных элементов в лесу, обоснованного внесения удобрений и т.п.

Изучению закономерностей роста различных фракций надземной фитомассы под воздействием рубок ухода и посвящена настоящая работа. Она является частью выполняемых БелНИИЛХ научно-исследовательских тем по рубкам ухода за лесом в течение 1976-1982 годов (номер регистрации 76040894 и 71032109).

Целью работы является установить особенности накопления и роста различных фракций надземной фитомассы в высокопродуктивных еловых культурах Белоруссии до и после проведения рубок ухода. Для решения поставленной задачи выполнены следующие исследования:

- а) изучено влияние рубок ухода на изменение светового режима, фотосинтетического аппарата и интенсивность фотосинтеза хвои деревьев ели различных классов роста;
- б) установлена степень использования приходящей ФАР деревьями различных классов роста и насаждением;
- в) изучено влияние рубок ухода на содержание влаги в различных фракциях надземной фитомассы;
- г) установлена взаимосвязь массы компонентов кроны с параметрами дерева;
- д) выявлены закономерности изменения текущего прироста и запаса надземной фитомассы в нетронутых (полных) и изреженных еловых фитоценозах;
- е) определена экономическая эффективность рубок ухода при полном использовании надземной фитомассы.

Научная новизна. Изучена возрастная динамика прироста и накопления различных фракций надземной фитомассы в полных и изреженных еловых культурах I класса бонитета Белоруссии. Получены уравнения регрессии, позволяющие определить изменение запаса компонентов фитомассы и их прирост, в зависимости от диаметра и возраста дерева.

Определен выход древесной зелени и сучьев при проведении рубок ухода в еловых культурах БССР в зависимости от объема вырубленной стволовой древесины. Установлена экономическая эффективность рубок ухода в ельниках при использовании стволовой древесины, а также всей надземной фитомассы. Изучена общая продуктивность еловых насаждений под воздействием рубок ухода.

Практическая ценность работы. На основе выявленных закономерностей составлены таблицы выхода древесной зелени и сучьев при рубках ухода в еловых культурах Белоруссии. Таблицы позволяют определить выход древесной зелени и сучьев при проведении рубок ухода и установить запасы сырья при составлении планов организации и развития лесного хозяйства, а так же прогнозировать их запасы в создаваемых культурах.

Реализация результатов исследований. Разработанные рекомендации внедрены в лесном хозяйстве Белорусской ССР и используются Белорусским лесоустроительным предприятием при составлении проектов организации и развития лесного хозяйства лесхозов республики.

Апробация работы. Основные положения и выводы диссертации докладывались на республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов (Гомель, 1978); Всесоюзной конференции по формированию максимально продуктивных эталонных насаждений (Каунас, 1979); Всесоюзной научно-технической конференции по повышению эффективности использования и воспроизводства пищевых, кормовых и лекарственных ресурсов леса (Пенза, 1983); научно-техническом совете Министерства лесного хозяйства БССР (1982); ученом совете Белорусского НИИ лесного хозяйства (1984).

Основное содержание работы изложено в восьми публикациях.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 331 источник (в том числе 22 иностранных), и приложения. Изложена на 181 странице машинописного текста, включая 36 таблиц, 9 рисунков.

Приложение содержит 7 таблиц, 2 рисунка.

В первой главе дается критический обзор литературы по вопросу влияния рубок ухода на изменение условий среды (Георгиевский, 1957; Костюкевич, Бойко, 1958; Коссович, 1962; Изюмский, 1969; Давыдов, 1971; Попов, 1972; Савина, Журавлева, 1978; Бузыкин, Пшеничникова, 1980; Данилов, 1981 и др.).

Анализ литературных данных показывает, что рубки ухода являются одним из главнейших лесохозяйственных мероприятий, при помощи которых можно изменить условия среды. Изменение экологических условий и особенно светового режима приводит к количественным и качественным перестройкам ассимиляционного аппарата древесных растений (Любименко, 1935; Савина, 1961; Коссович, 1967), что в конечном итоге оказывает влияние на рост и накопление органического вещества.

Влияние рубок ухода на образование стволовой древесины широко освещено в литературе (Эйтинген, 1934; Лосицкий, 1948; Георгиевский, 1957; Тимофеев, 1957; Кайрюкштис, 1969; Давыдов, 1971; Кожевников, 1971; 1974; Сеннов, 1977; Изюмский, 1978; Юдвалькис, 1981 и др.). Вопросами изучения накопления различных компонентов фитомассы практически начали заниматься только в последние десятилетия (Ремезов и др., 1959; Паршевников, 1962; Смирнов, 1962; 1971; Родин, Базилевич, 1965; Уткин, 1970; Уткин и др., 1969; Поздняков, Протопопов, Горбатенко, 1969; Молчанов, 1971; Дюкорев, 1970; Ватковский, Гришин, 1971; Шербаков, Зайцева, 1971; Малиновский, Калищук, 1971; Казимиров, Морозова, 1973; Смоляк и др., 1973; Романов, Петров, Русаленко, 1976; Писаренко и др., 1979). Для некоторых регионов составлены таблицы запасов различных фракций фитомассы в возрастной динамике (Смоляк, Русаленко, Петров, 1977; Иванчиков, 1974; Казимиров и др., 1979). Наряду с оценкой биологической продуктивности насаждений появились работы по учету запасов древесной зелени (Штибе, 1969; Горбатенко, Протопопов, 1971; Гусев, Соколов, 1973; 1977; Каргин, 1975; Кисляков, 1977; Казимиров, Преснухин, Смелягина, 1977 и др.).

Однако до настоящего времени недостаточно изученными остаются вопросы роста и накопления органического вещества различными частями дерева под воздействием рубок ухода (Кожевников, Тарасенко, 1971; 1972; Жилкин с соавт., 1972; Вртковский, 1978; Ефименко, 1979; Гвоздев, 1981).

Во второй главе дается характеристика природных условий района, методика исследований и объем выполненных работ. Площадь еловых насаждений в Белоруссии составляет 604,2 тыс. га. Около 50% еловых лесов – лесные культуры. Приводятся данные распределения ельников в республике по геоботаническим подзонам (Юркевич, Гельтман, 1960; 1965). В подзоне дубово-темнохвойных лесов сосредоточено свыше 70% ельников, в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов – 27% и только немногим более 2% еловых насаждений находится в широколиственно-сосновых лесах. В БССР еловые насаждения являются наиболее продуктивными. Ель по скорости роста превосходит многие древесные породы. Средний бонитет ельников – I,3, полнота – 0,65, средний прирост – 3,72 м<sup>3</sup>/га, запас – 141,4 м<sup>3</sup>/га (Юркевич, Голод, Парфенов, 1971).

Объектами исследований служили ельники кисличники, занимающие почти 40% всех еловых лесов Белоруссии. Исследования проводились на 64 постоянных и временных пробных площадях, заложенных в Дисненском, Поставском, Узденском, Волковыском и Рогачевском лесхозах. Закладка пробных площадей и вычисление необходимых таксационных показателей проводились в соответствии с существующими требованиями (Захаров, 1967; Антанайтис, Загреев, 1969; Анучин, 1977). Уход на пробных площадях производился согласно "Наставлению по рубкам ухода в лесах БССР" (1971). На охранных полосах постоянных, а также временных пробных площадях срублено 165 модельных деревьев для установления роста различных фракций надземной фитомассы. Радиационный режим в еловом пологом определялся при помощи методических разработок В.А.Алексеева (1963), Ю.Л.Цельникера (1969). Фотосинтетически активная радиация (ФАР) измерялась фитопиранометром Козырева, освещенность – люксметром Ю-16. Наблюдения велись при устойчивом состоянии неба в малооблачную или безоблачную погоду при высоте солнца 35–45°. Интенсивность фотосинтеза регистрировали с помощью кондуктометрического прибора В.Л.Вознесенского (1971) на 3 деревьях от каждого класса роста. Для определения ФАР сделано 25 тыс. измерений, фотосинтеза – 1,5 тыс. измерений.

Рост и учет надземной фитомассы устанавливали согласно методическим рекомендациям А.А.Молчанова и В.В.Смирнова (1967), А.И.Уткина (1975). Поверхность хвои определили по формуле Л.И. Иванова (1925).

При расчете аккумуляции солнечной энергии еловыми культурами использовали данные В.П.Дадыкина, Н.В.Кононенко (1975) о теплотворной способности различных фракций фитомассы дерева.

Экспериментальный материал обрабатывался методом вариационной статистики с использованием ЭВМ "Наири - С".

В третьей главе излагаются результаты изучения светового режима в 19-21-летних культурах ели на контрольных и изреженных участках. Установлено, что в кронах полных насаждений свыше 76% ФАР приходится на интенсивность от 10 до 80 Вт/м<sup>2</sup>, а в изреженных древостоях свыше 56% наблюдаемых значений ФАР имеют интенсивность от 80 до 240 Вт/м<sup>2</sup>. Величина поступления ФАР в полог ельников спустя 5 лет после проведения рубок ухода в 1,4 раза больше по сравнению с контролем.

Данные дисперсионного анализа относительно влияния изреживания и классов роста дерева на поверхность 1 г хвои показали, что достоверно только влияние размера дерева и возраста на 5%-ном уровне значимости. Следовательно, поверхность 1 г хвои связана с крупностью индивидумов и не зависит от изреживания. Причем, у деревьев высших классов роста поверхность единицы массы хвои меньшая, а у низших - большая. Получена зависимость единицы поверхности хвои от диаметра ствола и возраста дерева. Поверхность 1 г хвои текущего года выше, чем хвои прошлых лет.

Индекс листовой поверхности еловых культур меняется в зависимости от возраста и степени изреживания древостоя. С увеличением возраста древостоя индекс листовой поверхности растет, достигает максимума в 35 лет и составляет для полных и разреженных ельников соответственно 24,8 и 22,7 га/га, затем падает и в 80 лет равен 16,4 и 16,3 га/га. В изреженных насаждениях поверхность хвои на единице площади в древостоях с 25 до 50 лет на 3-12% ниже, чем в полных. Это объясняется тем, что при проведении рубок ухода насаждение не может быстро восстановить общую поверхность ассимиляционных органов. После прекращения рубок ухода разреживаемое и контрольное насаждения по величине поверхности хвои почти не различаются.

Анализируя интенсивность фотосинтеза деревьев разных классов роста спустя 5-7 лет после изреживания в 19-21-летних культурах ели можно отметить, что повышение ФАР в целом увеличивает степень поглощения CO<sub>2</sub>. Усвоение углекислого

газа у деревьев разных классов роста не однозначно. Деревья I-II классов роста имеют интенсивность фотосинтеза на контрольных и изреженных участках практически одинаковую. Деревья низших классов роста в изреженных насаждениях поглощают на 7-10% углекислоты больше, чем контрольные. Световые кривые у растений на участках, пройденных рубками ухода, при невысокой освещенности имеют более низкую интенсивность фотосинтеза, чем деревья тех же классов на контроле. Более продуктивная работа дистой поверхности растений, выросших при сильном свете достигается за счет того, что изгиб кривых фотосинтеза в них растянут и они работают в широких диапазонах световых условий по сравнению с контролем. Особенно характерно это явление для деревьев низших классов роста.

Световые кривые использованы нами для вычисления средней интенсивности фотосинтеза по классам роста. Они подтвердили, что накопление органического вещества идет преимущественно за счет деревьев I-III классов роста. Деревья IV-V классов роста усваивают  $\text{CO}_2$  всего около 9%. Насаждения, пройденные рубками ухода 5-летней давности, потребляют  $\text{CO}_2$  на 29% больше, чем полные.

Следующий раздел главы посвящен анализу использования солнечной энергии еловыми фитоценозами. Исходя из теплотворной способности элементов фитомассы и количества органического вещества, которое образуется насаждением за один год и за весь период жизни, рассчитана энергия, аккумулированная в фитомассе растущего насаждения и возвращаемая в окружающую среду. Количество солнечной энергии, содержащейся в фитомассе наличного древостоя от 15 до 80 лет увеличивается с  $614 \cdot 10^9$  до  $5440 \cdot 10^9$  Дж на I га, т.е. почти в 9 раз. Доля энергии, содержащейся в органической массе ствола, непрерывно растет и за 65 лет увеличивается в 18 раз. К 80-летнему возрасту запас энергии наличного древостоя полных и изреженных ельников почти не отличается, в то время как хвоя и ветви изреженных культур аккумулируют соответственно на 9 и 13% энергии больше, чем полных.

Годичная аккумуляция солнечной энергии имеет кульминацию в 40 лет. В этот период отмечен и наибольший текущий прирост фитомассы культур ели. Соответственно полные и изреженные ельники фиксируют  $252 \cdot 10^9$  и  $270 \cdot 10^9$  Дж/га тепловой энергии в год. Если в молодом возрасте в ежегодном накопле-

нии солнечной энергии преимущество принадлежит кроне, то в средневозрастных и приспевающих насаждениях на первом месте отмечена доля ствола.

Коэффициент использования ФАР за вегетационный период в полных насаждениях возрастает от 0,95% - в 15 лет, до 2,23% - в 40 лет, а затем падает до 1,32% в 80 лет. Изреженные насаждения связывают на 0,09-0,16% энергии больше, чем полные. Коэффициент использования солнечной энергии в ельниках Белоруссии по своей величине приближается к наиболее продуктивным древостоям нашей страны.

Еловые насаждения ежегодно возвращают в виде отмерших частей дерева и опада целых растений  $86 \cdot 10^9$  -  $205 \cdot 10^9$  Дж/га солнечной энергии. Наибольшее количество энергии полные и изреженные культуры ели возвращают в возрасте 40 лет -  $173 \cdot 10^9$  и  $205 \cdot 10^9$  Дж/га. Более половины возвращаемой энергии приходится на долю хвои. Возврат энергии с отпадом и опадом органического вещества составляет довольно значительную часть по отношению к годичной аккумуляции ее. В 20-летнем возрасте данное соотношение в полных насаждениях составляет 50%, а в 80 лет - 77%. В насаждениях, где проводились рубки ухода, эти показатели соответственно равны 55 и 79%. Возврат энергии культурами ели в результате отпада и опада органического вещества составляет в полных и изреженных ельниках соответственно 0,7-1,5 и 0,9-1,8% от общей ФАР, приходящей к поверхности земли за сезон вегетации. За весь период жизни полные еловые фитоценозы фиксируют в наличном древостое, объеме промежуточного пользования, естественном отпаде и опаде  $146,6 \cdot 10^{11}$  Дж/га солнечной энергии, а изреженные на 7% больше.

Эффективность работы фотосинтетического аппарата оценивается величиной синтезируемого органического вещества, в целом у насаждений продуктивность  $1 \text{ м}^2$  хвои вначале увеличивается как в полных, так и на изреженных участках с 35 г в 15 лет до 48 и 55 г в 40 лет, а с 50 лет уменьшается и в 70 лет составляет соответственно 42 и 46 г. В изреженных насаждениях продуктивность работы хвои на 2-11% выше. Это подтверждает выводы Н.И.Казиминова и др. (1977), о том, что со снижением полноты насаждения продуктивность "работы" хвои увеличивается. Сравнивая хозяйственную продуктивность, которая определяется отношением прироста стволовой древесины к поверхности хвои, можно отметить, что она в 2 раза меньше

биологической. И показатели ее до 40-летнего возраста насаждения увеличиваются, а потом уменьшаются.

Рубки ухода увеличивают хозяйственную продуктивность хвои только в возрасте от 20 до 50 лет (на 4-16%). Следовательно, для того чтобы получить больше стволовой древесины, более интенсивные рубки ухода необходимо проводить в молодых и средневозрастных насаждениях и не допускать значительного изреживания ельников в старших возрастах.

В отношении элементов кроны можно отметить, что на ее долю приходится 47-56% синтезируемого органического вещества. Причем в изреженных ельниках большая часть идет на образование побегов, ветвей и хвои, чем в полных.

В четвертой главе сравнивается текущий периодический прирост за 5 лет, установленный способом повторных пересчетов на постоянных пробных площадях и способом вычисления текущего прироста на растущих деревьях по годичным слоям, взятым буровом Пресслера на временных пробных площадях. Текущий периодический прирост, установленный при помощи кернов ниже на 3-5%, чем прирост, определенный способом внешних обмеров. Объясняется это тем, что в первом случае учитывается только прирост древесины, во втором - древесины и коры. Установлено, что в высокополнотных еловых культурах наблюдается выпадение годичных колец у деревьев III-IV классов роста примерно в 5 раз чаще, чем в насаждениях, где проводились рубки ухода. Из-за случаев выпадения годичных колец возможны ошибки в определении прироста при помощи высечек, но массовая статистическая обработка материала, полученного на большом количестве деревьев не искажает закономерности радиального прироста (Битвинский, 1974; Нахабцев, 1976; Муромец, 1980).

В следующем разделе этой главы приведены математические модели увеличения средней высоты насаждения, среднего диаметра, суммы площадей сечений и текущего прироста по массе в зависимости от возраста и степени изреживания еловых насаждений. На основе этих моделей для конкретного возраста получены таксационные показатели полных и изреженных еловых культур. Анализируя ход роста этих насаждений по высоте, можно отметить, что между ними существенных различий не наблюдается. Однако средний диаметр в насаждениях, пройденных рубками ухода, значительно выше, чем полных. Это объясняется тем, что в регулярно разреживаемых насаждениях прирост по диаметру у оставляемых деревьев возрастает. Кроме того, при проведении

ухода происходит механическое увеличение диаметра за счет удаления деревьев низших классов роста. По запасу наличной стволовой древесины и сумме площадей сечений полные насаждения до 70 лет немного превосходят изреженные. После этого возраста данные таксационные признаки в полных и изреженных насаждениях практически одинаковы.

На накопление компонентов фитомассы (достоверно при 5% уровне вероятности) оказывают влияние только два фактора - класс роста и возраст. Влияние изреживания достоверно при 20% уровне значимости. При этом фактор изреживания в большей мере оказывает воздействие на накопление фитомассы деревьев низших классов роста. И это вполне понятно, потому что для них в наибольшей степени изменяются условия среды. С возрастом древостоя влияние изреживания на рост компонентов фитомассы убывает. Взаимосвязь между диаметром ствола и массой компонентов кроны хорошо описывается аллометрическим уравнением  $Y = AX^B$ , где  $Y$  - масса компонентов, кг;  $X$  - диаметр ствола на высоте груди, см;  $A$  и  $B$  - коэффициенты, свойственные конкретным древостоям. Коэффициент корреляционного отношения составляет от 0,34 до 0,99. Точность определения компонентов фитомассы по данному уравнению составляет для ветвей и побегов  $\pm 2-6\%$ , хвои  $\pm 3-6\%$ , прироста ветвей  $\pm 3-7\%$ . Масса компонентов дерева зависит от возраста древостоя. Это позволило получить взаимосвязи, учитывающие влияние диаметра дерева и его возраста на массу компонентов дерева. Точность учета фракций фитомассы по этим уравнениям ниже и составляет 10-15%.

При исследовании фитомассы ели обнаружена тесная связь между диаметром ствола и содержанием коры. Она отражается уравнением:  $P = 21,218 - 3,63 \ln D$ , где  $P$  - процент коры от объема древесины с корой;  $D$  - диаметр ствола, см.

Плотность древесины ствола меняется, особенно в продольном направлении. Она уменьшается от комля до половины высоты, затем увеличивается. Возраст и диаметр дерева ощутимого влияния на плотность древесины не оказывают. Деревья на разреживаемых участках имеют плотность древесины в среднем  $0,356 \text{ г/см}^3$ , а полные на 2% выше (при уровне значимости 0,28). Плотность коры ниже, чем древесины. Судить о влиянии изреживания на этот показатель трудно, так как коэффициент изменчивости очень высок. Содержание абсолютно сухого вещества в сырой

массе хвои, ветвей, побегов составляет около 40%.

Содержание влаги в хвое зависит от размера дерева. Деревья низших классов содержат воды больше. Влажность однолетней хвои выше, чем хвои старших возрастов. Влажность ветвей с увеличением размера дерева возрастает. Установлена зависимость влажности хвои и ветвей от крупности дерева. Связи влажности побегов с размером дерева не обнаружено.

В пятой главе приводится динамика накопления органического вещества и темпы роста изреживаемых и полных еловых культур (таблица I). Масса органического вещества в культурах ели от 15 до 80 лет увеличивается с 28,99 до 262,93 т в полных и с 28,99 до 263,66 т - в изреженных. В общей массе органического вещества наибольшую часть составляет древесина, затем хвоя, далее ветви. К возрасту спелости распределение запаса фитомассы по компонентам несколько иное и характеризуется убывающим рядом: ствол-ветви-хвоя.

По запасу стволовой древесины и всей надземной фитомассы полные и изреженные ельники в 80-летнем возрасте отличаются незначительно. Различия в массе крон этих насаждений составляют - II,5%, в т.ч. ветвей - I3,5%, хвои - 9,2%. Некоторое увеличение массы ветвей в изреженных ельниках объясняется худшими условиями очищаемости ствола от сучьев и разрастанием кроны. С возрастом древостоя масса ветвей в полных насаждениях увеличивается с 6,7 до 19,5 т. Масса хвои в этих насаждениях сначала увеличивается до 20,4 т в 40-летнем возрасте, а затем постепенно к возрасту спелости уменьшается до 16,3 т. В изреженных ельниках кульминация массы хвои наступает позже - в 55 лет и составляет 21,7 т. Это согласуется с выводом В.И.Рубцова и др. (1976), о том, что в насаждениях, различной густоты достижение максимальной массы хвои может изменяться при прочих равных условиях, и в густых культурах кульминация ее массы происходит раньше.

Прирост всей надземной фитомассы с возрастом древостоя повышается, достигая максимума в 35-40 лет, а затем падает. Структура текущего прироста различных фракций надземной фитомассы в еловых насаждениях существенно отличается от структуры общей накапливаемой фитомассы. В приросте фитомассы значительную долю составляет хвоя и ветви и немного меньше прирост древесины ствола. Отпад фитомассы стволовой древесины и элементов кроны за 80 лет в полных еловых культурах состав-

Таблица I

Ход роста надземной фитомассы в полных (над чертой) и изреженных (под чертой) еловых культурах I класса бонитета (на I га)

Возраст, лет	Средняя			Итого																
	число	стволов	ветвей																	
15	82	10	4,6	4,3	12,25	6,70	10,04	-	-	-	3,32	0,99	-	2,03	1,07	1,96	-	-	28,99	28,99
20	61	10	7,4	6,3	29,16	9,39	14,21	4,28	0,99	1,72	3,77	1,64	2,77	3,81	1,87	2,92	6,80	8,51	73,31	77,43
25	45	80	9,9	8,3	49,26	11,37	17,24	8,67	1,04	1,74	5,22	2,04	3,21	5,42	2,12	3,32	8,10	10,34	129,30	135,53
30	36	80	12,2	10,3	70,51	12,80	18,85	11,78	1,09	1,73	6,09	2,20	3,34	6,42	2,25	3,56	9,24	13,36	190,79	200,74
35	29	70	14,2	13,0	55,19	11,80	18,65	19,47	1,84	1,63	6,46	2,29	3,36	6,85	2,29	3,64	9,54	14,89	254,46	268,55
40	24	40	16,1	14,1	111,70	15,02	20,36	14,36	1,04	1,51	6,49	2,26	3,30	6,81	2,30	3,70	9,89	14,52	310,18	336,25

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
45	2030	17,8	15,9	130,92	15,80	20,26	14,30	1,03	1,43	6,31	2,17	3,16	2,61	14,47	378,27
	890	18,8	21,8	105,64	15,94	20,97	17,37	1,18	1,60	6,49	2,28	3,69	9,60	16,28	401,81
50	1720	19,3	17,7	148,38	16,60	20,07	14,11	0,98	1,26	5,98	2,05	3,03	8,99	14,08	435,76
	780	20,5	24,4	125,64	17,46	21,39	12,19	0,92	1,16	6,02	2,20	3,64	9,33	16,62	463,97
55	1470	20,8	19,5	164,80	17,23	19,60	12,94	0,98	1,19	5,58	1,88	2,86	8,30	13,58	489,33
	700	22,0	26,9	146,00	19,01	21,66	9,19	0,83	0,98	5,56	2,12	3,58	8,95	16,65	522,75
60	1290	22,2	21,2	179,81	17,90	19,14	11,61	0,92	1,05	5,07	1,71	2,72	7,46	13,01	538,60
	640	23,4	29,1	167,76	20,24	21,46	4,66	0,73	0,82	4,99	1,97	3,44	8,52	16,58	576,85
65	1120	23,5	22,8	193,41	18,49	18,54	11,26	0,91	0,94	4,75	1,54	2,57	6,68	12,51	584,48
	600	24,7	30,8	187,78	21,49	21,20	4,70	0,73	0,82	4,67	1,81	3,29	7,80	16,58	627,63
70	990	24,8	24,4	205,95	18,88	17,80	10,72	0,87	0,90	4,46	1,37	2,40	5,98	11,84	626,90
	560	25,9	32,4	201,15	21,96	20,26	9,83	0,64	0,62	4,38	1,62	3,05	7,35	15,57	674,54
75	990	25,9	26,0	217,07	19,30	17,11	10,67	0,78	0,76	4,20	1,21	2,26	5,23	11,23	666,51
	520	27,2	33,9	213,12	22,24	19,13	9,87	0,72	0,64	4,13	1,42	2,90	6,43	14,49	717,81
80	900	27,0	27,4	227,11	19,52	16,30	10,23	0,80	0,73	3,91	1,06	2,16	4,60	10,88	703,20
	480	28,4	35,3	223,71	22,15	17,80	9,77	0,80	0,68	3,85	1,22	2,53	5,62	13,30	757

ляет 177,86 т, а в изреженных древостоях выбирается и отпадает органического вещества на 11% больше. Ежегодно, в зависимости от возраста древостоя, опадает (ветви, хвоя, побеги) от 2,5 до 5 т сухого органического вещества. Это соответствует исследованиям В.В.Малишевской, Ю.В.Титовой (1975), Н.В.Дылиса и др. (1975). За 80 лет в полных ельниках опадает 162,4 т растительной массы, а в изреженных - 194,8 т.

Продуктивность полных культур ели к возрасту спелости составляет 703 т сухого органического вещества, а продуктивность ельников, пройденных систематическими рубками ухода на 7,6% больше. Если сравнивать данные насаждения по наиболее ценному компоненту фитомассы - стволу древесине, то различие в продуктивности между ними еще меньше - 2%. В последующем разделе приводятся данные выхода древесной зелени и сучьев на I плотный кубометр стволу древесины, заготавливаемой при рубках ухода. Запасы древесной зелени и сучьев рассчитываются при помощи следующих уравнений:

$$P_1 = 16,89 \cdot T \cdot A^{-1,394}$$

$$P_2 = 22,958 \cdot T \cdot A^{-1,449}$$

$$P_3 = 4,226 \cdot T \cdot A^{-0,928}$$

$$P_4 = 6,75 \cdot T \cdot A^{-1,017}$$

где  $P_1$  и  $P_2$  - абсолютно сухая масса древесной зелени в полных и изреженных еловых насаждениях, кг;  $P_3$  и  $P_4$  - сучья в плотных м<sup>3</sup> в полных и изреженных еловых насаждениях; T - объем вырубленной стволу древесины, м<sup>3</sup>; A - возраст насаждения, лет.

С увеличением возраста насаждения выход древесной зелени на I м<sup>3</sup> вырубленной массы уменьшается. При прочих равных условиях в насаждениях с меньшей полнотой выход древесной зелени больше. Полученные по формулам запасы древесной зелени и сучьев не могут быть полностью использованы производством. Потери массы древесной зелени при валке и трелевке изменяются от 8% в молодняках до 25% - в средневозрастных насаждениях и около 35% - в приспевающих. Технологические потери сучьев составляют 10-15%.

Заключительный раздел главы посвящен определению эффективности проведения рубок ухода при использовании одной стволу древесины и древесины с компонентами кроны. Экономические расчеты показали, что при использовании одной древесины ствола на проведение прочисток и прореживания до 30-летнего

возраста не окупаются и только в насаждениях старше этого возраста проведение рубок ухода в еловых культурах экономически эффективно. При комплексном использовании всей вырубимой надземной фитомассы затраты при проведении всех видов рубок ухода не только окупаются, но и имеют прибыль, равную в 15 лет - 13 руб. 75 коп., в 20 лет - 8 руб. 33 коп., в 30 лет - 7 руб. 33 коп., в 40 лет - 10 руб. 66 коп., в 60 лет - 12 руб. 39 коп., в 80 лет - 12 руб. 73 коп.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований показывают, что рубки ухода в еловых культурах смещают диапазон колебаний солнечной радиации в сторону больших интенсивностей. Благодаря чему, спустя пять лет после ухода, в полог еловых культур поступает ФАР в 1,4 раза больше, чем на контрольных участках. Улучшение световой обстановки приводит к увеличению ассимиляционной поверхности и повышению интенсивности фотосинтеза остающихся деревьев. Однако индекс листовой поверхности древостоев, пройденных рубками ухода на 3-12% ниже, чем в полных. Уменьшение поверхности хвои в древостоях не снижает процесс накопления органического вещества. Наоборот, продуктивность "работы" хвои в изреженных насаждениях на 2-11% выше, чем в полных.

После проведения рубок ухода синтезируемое органическое вещество в первую очередь направляется на новообразование кроны, а затем стволовой древесины. Образование стволовой древесины интенсивно идет от 20 до 60 лет. Затем хозяйственная продуктивность "работы" хвои постепенно снижается. Причем, наиболее продуктивно накапливают органическое вещество деревья I и II классов роста. Следовательно, более интенсивные рубки ухода необходимо проводить в молодых и средневозрастных насаждениях и объектами ухода должны быть деревья высших классов роста.

Еловые фитоценозы аккумулируют ежегодно в виде создаваемого органического вещества большое количество солнечной энергии. Кульминация годичной аккумуляции солнечной энергии наступает в 40 лет. После этого возраста усвоение энергии постепенно снижается. Наряду с накоплением солнечной энергии происходит возврат ее в атмосферу в виде отпада и опада. Преимущественно возврат энергии идет за счет хвои. В 80-летнем возрасте еловые фитоценозы ежегодно возвращают 80% солнечной энергии, накопленной в годичном приросте. За весь период жизни полные еловые

фитоценозы фиксируют в наличном древостое, объеме промежуточного пользования, естественном отпаде и опаде  $146 \cdot 10^{11}$  Дж/га солнечной энергии, а изреженные на 8% больше.

На накопление компонентов фитомассы наибольшее влияние оказывают размеры и возраст дерева. Влияние изреживания достоверно на 20% уровне значимости и только для деревьев низших классов роста. Это позволило установить зависимость накопления компонентов фитомассы от диаметра и возраста дерева. С возрастом древостоя, наряду с увеличением общей массы органического вещества (с 28,99 т в 15 лет до 263 т в 80 лет), уменьшается доля зеленой части и возрастает участие древесины, в особенности стволовой.

Структура текущего прироста надземной фитомассы существенно отличается от структуры фитомассы наличного древостоя. В приросте фитомассы значительную долю составляет хвоя и ветви и намного меньше прирост массы ствола. Это объясняется тем, что хвоя периодически полностью обновляется, а фитомасса стволов постоянно накапливается при сравнительно небольшом отпаде. Масса ветвей также обновляется с возрастом древостоя, хотя более медленно, чем хвоя. Текущий прирост надземной фитомассы достигает максимальной величины в полных насаждениях в 35 лет, а в изреженных - на 5-10 лет позже.

При проведении рубок ухода в старших возрастах необходимо иметь в виду, что для восстановления вырубаемого органического вещества до полного насаждения необходим длительный срок. Поэтому проведение интенсивных рубок в этот период жизни насаждения нецелесообразно. Это приведет к снижению запаса на момент главной рубки и к снижению общей продуктивности древостоя.

Рубками ухода можно достичь повышения продуктивности еловых насаждений, но в небольших пределах - 8%. При этом, повышение продуктивности происходит преимущественно за счет компонентов кроны. Основным преимуществом еловых культур, пройденных рубками ухода, является значительное увеличение среднего диаметра.

При использовании всей надземной фитомассы значение рубок ухода расширяется и оно состоит:

- а) в удовлетворении потребностей в древесине народного хозяйства;
- б) в получении ценных продуктов из компонентов кроны, которые имеют повышенный спрос в народном хозяйстве.

Полученная выручка от реализации продукции промежуточного

пользования, не только окупает все затраты на производство продукции, но и приносит прибыль, т.е. делает экономически неэффективные рубки ухода в молодняках рентабельными.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Особенности формирования сложных молодняков при увеличении периода повторяемости рубок ухода. - Сб.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, Высшая школа, 1978, вып. 13, с. 26-31 (в соавторстве А.И.Кожевников, О.Ф.Сидоренко, И.А.Тарасенко, Н.Ф.Давидович).

2. Сравнение прироста еловых культур, пройденных рубками ухода на постоянных и временных пробных площадях. - Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов. Минск, 1978, с. 82-84.

3. Запас фракций надземной фитомассы в еловых культурах I бонитета Белоруссии. - Сб.: Формирование эталонных насаждений, ч. II, Каунас-Гирионис, 1979, с. 198-200.

4. Таблицы выхода технической зелени и сучьев при рубках ухода в сосновых и еловых культурах БССР. Гомель, 1982 - 12с. (в соавторстве А.М.Кожевниковым и В.М.Ефименко).

5. Выход технической зелени и сучьев при рубках ухода в хвойных культурах БССР. - Проблемы продовольственного и кормового использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов. Красноярск, 1983 - с. 138 (в соавторстве А.М.Кожевниковым и В.М.Ефименко).

6. Рекомендации по определению запасов технической зелени и сучьев в хвойных культурах Белоруссии. - В кн.: Метод. рекомендации и указания для лесного хозяйства. Каунас, вып. У1, 1982, с. 72-76 (в соавторстве А.М.Кожевниковым и В.М.Ефименко).

7. Закономерности формирования надземной фитомассы полных и изреженных еловых культур I класса бонитета Белоруссии. - В кн.: Ботаника (исследования), Минск, 1983, вып. XXV, с. 35-41 (в соавторстве А.М.Кожевниковым).

8. Ресурсы фитомассы ельников Белоруссии и эффективность комплексного использования. - В сб.: Пути повышения эффективности исследования и воспроизводства пищевых, кормовых и лекарственных ресурсов леса в решении задач продовольственной программы СССР. Пенза, 1983, с. 110-112 (в соавторстве А.М.Кожевниковым и Н.Ф.Давидович).

Владимир Федорович Решетников  
РОСТ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ  
ЕЛОВЫХ КУЛЬТУР БЕЛОРУССИИ, ПРОИДЕННЫХ  
РУБКАМИ УХОДА

Подписано в печать 23.07.84. АТ 15125. Формат 60x84<sup>1</sup>/16.  
Печать офсетная. Усл.печ.л. I, I7. Усл.кр.-отг. I, I7. Уч.-изд. л. I.  
Тираж 100 экз. Заказ 400. Бесплатно.

Отпечатано на роталпринте Белорусского ордена Трудового  
Красного Знамени технологического института им.С.М.Кирова.  
220630. Минск, Свердлова, 13.