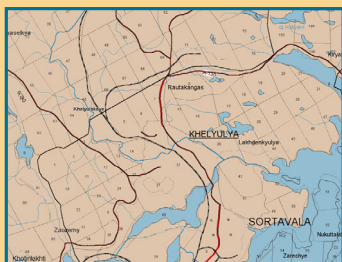


Устойчивая и интенсивная модель лесопользования и планирование рубок ухода

Б. Романюк, Г. Захаров, С. Шинкевич, Я. Хюнюнен



Проект “Развитие системы устойчивого управления
лесными ресурсами на Северо-Западе России”

НИИ леса Финляндии
Филиал Йёнсуу, 2005

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОБЗОР ИНТЕНСИВНОГО И УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ	5
1.1. Концепция устойчивости	5
1.2. Преимущества интенсивного управления лесными ресурсами, пример Финляндии	5
1.3. Реализация устойчивого управления на уровне древостоя	7
2. СИСТЕМЫ ЛЕСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	14
2.1. Информация и методы, применяемые при планировании управления лесными ресурсами	14
2.2. Системы лесного планирования. Связь модели хозяйства и системы планирования	14
2.3. Уровни лесного планирования	17
2.3.1 Уровень планирования выдела	17
2.3.2 Планирование на уровне объекта	18
3. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ НА УРОВНЕ ВЫДЕЛА ..	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	26
БИБЛИОГРАФИЯ	26

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данная брошюра представляет собой взгляд финских и российских специалистов лесного хозяйства на состояние, проблемы и перспективы управления лесными ресурсами и развития систем лесного планирования. Брошюра подготовлена в рамках проекта «Развитие системы устойчивого управления лесными ресурсами на Северо-Западе России», финансируемого Министерством сельского и лесного хозяйства Финляндии (МММ-LVM411066/02). Цель проекта заключается в поддержке развития устойчивого лесного хозяйства на Северо-Западе России путем совместной разработки рекомендаций по управлению лесными ресурсами и инструментов принятия решений на основе новых исследований, практического опыта, имеющихся технологий, местных природных условий и международных соглашений. Целью одного из подпроекта «Многоцелевое планирование лесопользования» являлась разработка математических моделей и программ для проведения рубок ухода.

Управление лесными ресурсами рассматривается, главным образом, с точки зрения лесовладельца и лесопользователя. Особое внимание уделяется методам управления лесными ресурсами на уровне древостоя, которые направлены на *повышение прибыльности лесного хозяйства*, но при этом и на *сохранение биоразнообразия и обеспечение экологической устойчивости*. Также *принимаются во внимание социальная значимость лесов и лесного сектора*. Акцент сделан на практику управления молодняками и средневозрастными древостоями, при которой регулирование плотности насаждений с помощью рубок промежуточного пользования играет ведущую роль.

Представляемые здесь взгляды охватывают различные условия лесов, применяемых систем планирования и моделей экономической деятельности в лесном секторе. В первой главе дан обзор финской системы управления лесными ресурсами, которая представляет собой модель интенсивного управления, основанную на рубках ухода. Достижение экономической эффективности

управления лесными ресурсами в России потребует значительных усилий направленных на развитие систем планирования. Вторая глава, подготовленная российскими экспертами, описывает подходы реализации данных систем.

Составители:

Романюк, Б. Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства
Захаров Г. Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства
Шинкевич С. Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства
Хюнюнен, Я. НИИ леса Финляндии - METLA

Оформление: Сирпа Луукконен, FEG Оу, Элина Вяльккю (обложка)
Фото: Эрки Оксанен, Антти Мутанен, АО «FEG»,
АО "Тимберджек", Павел Чукулаев

ISBN: 951-40-1991-1
Типография: Коріјувä Оу, Йоэнсуу 2005

1. Обзор интенсивного и устойчивого управления лесными ресурсами

1.1. Концепция устойчивости

Принятая в мире ключевая концепция управления природными ресурсами, включая лесной сектор, - это концепция устойчивого пользования. Принцип устойчивости включает лесопользование с соблюдением экологической, экономической и социальной устойчивости.

Для достижения баланса между вышеперечисленными элементами устойчивости лесными ресурсами необходимо управлять. Лесные ресурсы без управления могут быть устойчивыми только с экологической точки зрения, но они не отвечают требованиям экономической или социальной устойчивости.

У различных сторон могут быть разные цели использования лесных ресурсов, и они могут акцентировать разные аспекты устойчивости. У общества есть несколько механизмов управления лесными ресурсами, например, с помощью законодательства, налогообложения и субсидирования. Приоритеты лесопромышленников отражены в ценах и спросе на лесоматериалы. Владелец леса принимает решение по управлению лесными ресурсами в зависимости от своих целей, но с учетом ограничений, влияющих на его деятельность (законодательство, лесной рынок, инфраструктура и т.д.)

1.2. Преимущества интенсивного управления лесными ресурсами, пример Финляндии

Большинство бореальных лесов после больших катастроф восстанавливались естественным путем. Ураганы и пожары обнажали ландшафт, позволяя прорасти пионерным видам деревьев (осина, береза и сосна). Лишь несколько территорий, в основном, это влажные леса, остались убежищами, не тронутыми лесными пожарами (Лехтонен, 1997). Таким образом, разновозрастная

структура превалирует в древостоях бореальной зоны. Естественная динамика и структура лесов учитываются в управлении лесными ресурсами в Финляндии. В этой стране управление лесами ориентировано на природу и ведется путем имитации естественной динамики северных бореальных лесов (рис. 1).

Девственный бореальный хвойный лес



Стабильная
стадия леса

Катастрофа-пожар

Первоначальная
стадия

Фаза перехода

Стабильная
стадия леса

Управляемый бореальный лес



Спелый лес

Восстановление

Рост молодняка

Рубки ухода

Рубка главного
пользования

Рисунок 1. Бореальные леса можно назвать лесами катастроф, чье естественное развитие время от времени прерывается пожарами, эпидемиями насекомых-вредителей или ураганами. Этот путь развития имитируется при уходе за коммерческими лесами (Парвиайнен, 1994).

Самыми важными лесоводческими операциями являются лесовосстановление, уход за молодняками, рубки ухода, дренаж покрытых лесом болот и, в некоторых случаях, удобрение. Они привели к увеличению роста лесов в 40% в период между 1950 и 1990 и сделали возможным экономически устойчивое лесное хозяйство (рис. 2).

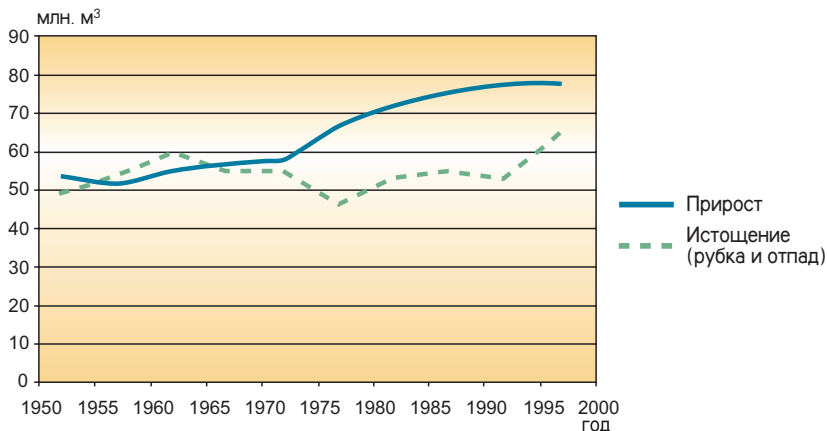


Рисунок 2. Ежегодный прирост и истощение лесных ресурсов Финляндии в соответствии с данными национального лесоустройства.

Сегодня в практике лесопользования применяются методы, при которых сохраняется биоразнообразие и экологическая устойчивость. При практическом управлении лесными ресурсами в древостоях с доминированием хвойных пород поддерживается определенная доля лиственных, оставляются небольшие биотопы на территориях лесовосстановления, оставляются деревья на корню и валежник на всех этапах оборота рубки, а выделы формируются в соответствии с ландшафтом. Хотя большинство мероприятий по управлению молодыми насаждениями нацелено на создание древостоев с доминированием хвойных пород, интенсивное естественное восстановление лиственных пород гарантирует, в большинстве случаев, смешанную структуру древостоя. Сохранение биоразнообразия в многофункциональных лесах поддерживается лесным законодательством и критериями Системы лесной сертификации Финляндии.

1.3. Реализация устойчивого управления на уровне древостоя

Концепция цепи управления

Управление лесными ресурсами – это долгосрочный процесс. Оборот рубки в управляемых лесах обычно варьируется в про-

межутке 50–150 лет в бореальных и гемибореальных зонах. Необходимо учитывать оборот рубки целиком при планировании управления в отдельном древостое. На практике управление древостоем состоит из цепи последовательных действий. Для достижения хороших результатов необходимо следить за каждым звеном цепи. Таким образом, последовательное управление требует долгосрочного планирования, принятия решений на перспективу и, наконец, стремления выполнить запланированное.

Первое действие в цепи управления лесными ресурсами – это лесовосстановление. Цель этапа лесовосстановления заключается в формировании в приемлемые сроки полноценного молодого древостоя, который способен использовать продуктивные свойства территории, и который состоит из хозяйственно-ценных и экологически-предпочтительных пород.

После успешного лесовосстановления наиболее важной работой в восстановленном древостое является контроль над породным составом и запасом древостоев с помощью некоммерческих и коммерческих рубок ухода. Цель рубок ухода заключается в способствовании росту и наибольшему выходу наиболее важных и экономически ценных деревьев в древостое.

В лесах, являющихся объектами коммерческого управления, режим рубок ухода обычно включает минимум один проход некоммерческой рубкой ухода и от одного до трех последовательных проходов коммерческими рубками ухода в процессе оборота рубки. Количество рубок ухода варьируется в зависимости от типа местности, породного состава и географического расположения древостоя.

Наиболее экономически прибыльная операция – это рубка главного пользования в конце всего оборота рубки. Время рубки главного пользования часто определяется экономическими причинами. В соответствии с экономикой лесного хозяйства, рубка главного пользования должна проводиться тогда, когда реальный рост и прирост древостоя опускается ниже уровня среднего прироста, и когда сплошная рубка становится более прибыльной, чем дальнейшее выращивание древостоя.

Продолжительность оборота рубки и применяемый режим рубок ухода зависят от целей производства древесины. Если цель заключается в производстве высококачественного крупномерного пиловочника, то режим управления включает большое количество последовательных рубок ухода, а продолжительность оборота рубки относительно велика. С другой стороны, если цель заключается в производстве баланса, оборот рубки становится короче, а режим рубок ухода состоит из небольшого количества рубок ухода или таковые вообще не производятся.

Рубки ухода

Густота древостоя регулируется рубками ухода. Рубки ухода способствуют росту наиболее важных и экономически ценных деревьев, а замедляющие их рост деревья удаляются. С помощью рубок ухода продуктивность территории концентрируется на хозяйственно-ценных деревьях. Рубки ухода не увеличивают продуктивность древостоя. Однако объем деловой древесины и чистая приведенная стоимость древесины, полученной из древостоя, пройденного рубкой ухода в процессе оборота рубки, значительно выше, чем от древостоя, не пройденного рубками ухода (рис. 3 и 4).

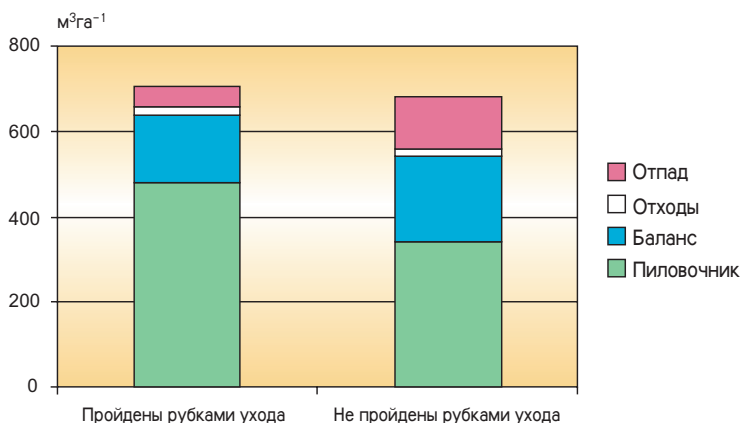


Рисунок 3. Продуктивность древостоев сосны обыкновенной, пройденных и не пройденных рубками ухода, за один оборот рубки продолжительностью 90 лет.

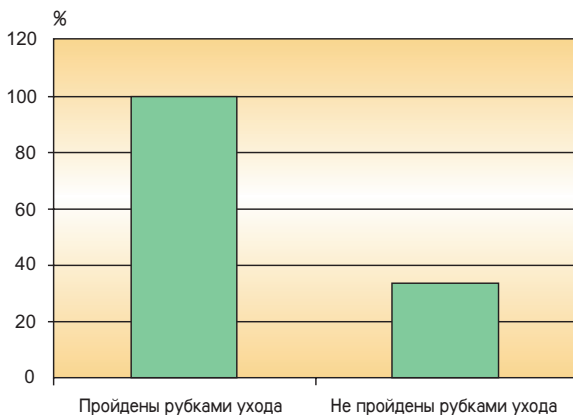


Рисунок 4. Прибыльность управления лесными ресурсами. Относительная чистая приведенная стоимость заготовленного леса за один оборот рубки продолжительностью 90 лет (учетная ставка = 4%).

Рубки ухода снижают конкуренцию между деревьями с точки зрения света, воды и питательных веществ. После рубок ухода деревья начинают использовать увеличившееся пространство, увеличивая рост кроны (производство игл/листьев), корневой системы и ствола. Рубки ухода не увеличивают рост в высоту, но значительно способствуют росту диаметра ствола (рис. 5).

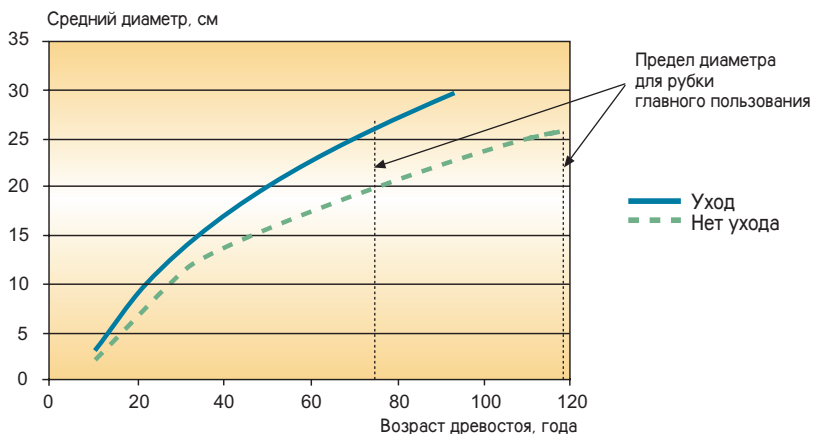


Рисунок 5. Прирост среднего диаметра ствола в древостоях сосны обыкновенной, пройденных и не пройденных рубками ухода.

Интенсивность рубок ухода

Оптимальная интенсивность рубок ухода увеличивает прирост ценности древостоя, но в то же время поддерживает уровень роста на таком уровне, что продуктивная способность территории используется полностью. Оптимальная интенсивность рубок ухода варьируется в зависимости от породного состава, возраста древостоя, территории и предыдущих лесохозяйственных мероприятий.

Светолюбивые лиственные породы, такие как береза и осина, требуют меньшей густоты леса. Для производства крупномерной древесины древостой необходимо часто проходить рубками ухода относительно высокой интенсивности. Сосна обыкновенная также в большой степени относится к светолюбивым породам, что требует большего изреживания между деревьями для производства крупномерной древесины. Однако объем роста сосны обыкновенной находится в пропорциональной зависимости от запаса древостоя. Таким образом, необходимо избегать крайне интенсивных рубок ухода во избежание потерь объемов выхода древесины. Ель европейская лучше адаптируется к изменениям густоты древостоя, чем береза и сосна. В молодых и жизнеспособных еловых древостоях последствия рубок ухода очень заметны, что позволяет проводить более интенсивные рубки ухода.

Рубки ухода улучшают рост деревьев даже в густых неухоженных древостоях. Однако если деревья пострадали от высокой конкуренции, потребуется больше времени для адаптации к изменениям в новых условиях роста и возможности использовать дополнительное пространство для роста. В густом древостое деревья имеют тонкие стволы. Таким образом, после рубок ухода деревья не обладают стойкостью против сильного механического стресса, вызванного, например, ветром или снегом. Поэтому в очень густых древостоях нужно избегать крайне интенсивных рубок ухода ввиду высокого риска повреждений ветром или снегом.

На практике в качестве инструментов выбора надлежащей интенсивности рубок ухода используются разные руководства.

В Финляндии руководства по рубкам ухода выпускаются для основных пород (рис. 6) и типов местности. Основные элементы руководств по рубкам ухода – это полнота древостоя с указанием площади поперечного сечения в нем, а также этапы развития древостоя при определенной доминирующей высоте. Руководства по рубкам ухода указывают полноту древостоя, при которой рекомендуются рубки ухода, и полноту по завершении рубок ухода. Руководства направлены на выполнение разумного прореживания, при котором в то же время полнота остается достаточно высокой для обеспечения высокого роста объемов и высокого качества остающихся деревьев. В соответствии с финскими руководствами по рубкам ухода, среднее изреживание составляет одну треть от объема запаса древесины на корню.

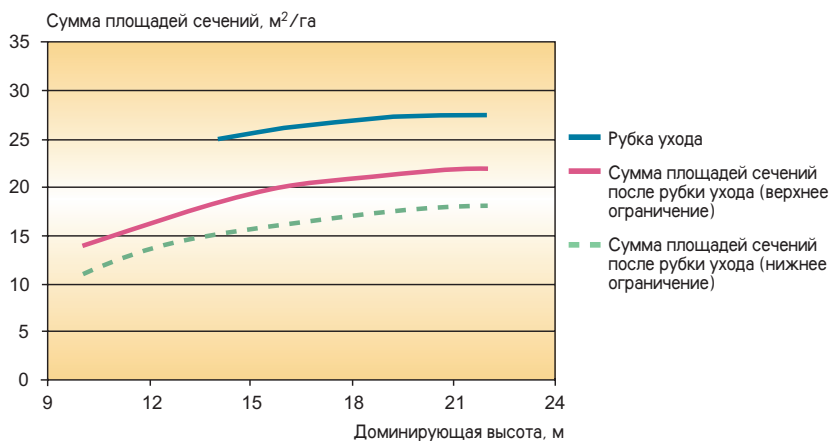


Рисунок 6. Пример финского руководства по рубкам ухода. Сосна обыкновенная на сухом типе местности в южной Финляндии.

Выбор деревьев

Одновозрастная структура древостоя превалирует в лесах бореальной зоны. В этих древостоях часто применяются низовые рубки

ухода. При низовых рубках ухода оставляются доминирующие деревья высокого качества, а вырубаются деревья с более низким классом кроны и качества в целом.

Низовую рубку ухода нельзя проводить строго систематически. Если цель заключается в производстве высококачественной древесины, то деревья низкого качества, вне зависимости от их объема, будут удалены при рубках ухода. Однако при рубке доминирующих деревьев необходимо избегать чрезмерной интенсивности рубок ухода, которая приводит к слишком низкой полноте древостоя.

Лиственные породы в древостоях с доминированием хвойных важны для биоразнообразия. Поэтому в хвойный древостоях можно оставлять небольшую долю березы и/или осины. По результатам финских исследований, примесь лиственных пород лишь незначительно влияет на выход древесины от хвойных древостоев, если доля лиственных не превышает 30% в еловом древостое и 15% в древостоях сосны обыкновенной (рис. 7).

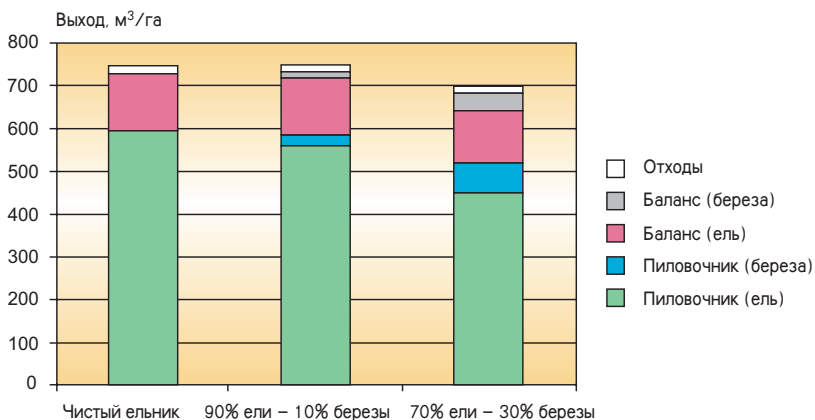


Рисунок 7. Выход древесины от древостоя с доминированием ели с примесью березы различной интенсивности (влажный тип местности, южная Финляндия).

2. Системы лесного планирования

2.1. Информация и методы, применяемые при планировании управления лесными ресурсами

Устойчивое управление лесными ресурсами требует разносторонней информации о лесах и лесном хозяйстве. Надежная и оперативная информация о существующих лесных ресурсах формирует основу планирования управления. Далее, необходимы надежные знания экологии леса, роста и выхода древесины, основ лесоводства. Для планирования мы должны быть в состоянии оценить развитие различного типа древостоев, мы должны оценивать реакцию древостоев на применяемые методы управления, чтобы оценить их воздействие на производство древесины, прибыльность управления лесными ресурсами и биоразнообразие леса. И, наконец, нам нужны системы планирования и инструменты для принятия решений для работы со всей информацией в процессе планирования и принятия решений.

2.2. Системы лесного планирования. Связь модели хозяйства и системы планирования

Существующую в России модель хозяйства можно назвать экстенсивной, поскольку она основана на получении дохода с рубок главного пользования. При этом фактически рубки ухода за лесом, особенно прореживания и проходные, проводятся в очень малом объеме и не улучшают качества лесов и конечную стоимость древесины. С экономической точки зрения эту модель можно рассматривать как модель, основанную на получении относительно небольшой прибыли на гектар за оборот рубки. Модель хозяйства, которая применяется, например, в Финляндии и Швеции, как было пояснено в 1 главе, можно назвать интенсивной. Ее ключевой элемент - система рубок ухода за лесом, которая охватывает фактически весь лесной фонд и ее итогом является значительное улучшение качества растущего леса к моменту рубки главного пользования. Это выражается в увеличении выхода наиболее дорогих сортиментов – пиловочников - и, соответственно,

существенном увеличении прибыльности (см. рис. 4). Например, в регулярно пройденных рубками ухода лесах Финляндии средний выход пиловочника составляет 60-70%.

Соответственно этим моделям хозяйства в настоящее время существуют две разные системы планирования. Они реализуют цели двух моделей хозяйства, обеспечивают необходимую точность принятия решений в планировании и ориентируются на стабильное функционирование этих систем. Принятая в России система лесоустройства и процедура расчета объема пользования основана на использовании методов классов возраста. В качестве исходной информации используются агрегированные данные, причем уровень агрегации может быть очень высоким. Например, при определении объемов лесопользования все разнообразие условий принятия хозяйственных решений в объекте, как правило, сводится к 3-5 вариантам (хозяйственным секциям). Эти методы не позволяют делать прогноз последствий лесохозяйственной деятельности, учитывать и анализировать эффект улучшения качества лесов при проведении рубок ухода. В более общем смысле можно сказать, что они не содержат вообще экономического анализа затрат и эффекта проведения лесохозяйственных мероприятий, и, поэтому ориентируются на планирование по объемным показателям (кубометры), а не стоимостным. Планирование ведется на ближайший ревизионный период (как правило 10 лет) без учета результатов планирования предыдущего периода и учета последствий принятых решений в текущем периоде. Фактические расчеты делаются по главному пользованию, а объемы промежуточного пользования устанавливаются без расчета как некий компромисс между лесоводственными требованиями и потенциальными возможностями лесхозов. В целом, можно оценить предназначение существующей процедуры расчета как определение верхней границы объемов пользования, при которых должна выравниваться возрастная структура. Однако, эта процедура не содержит обоснования экономической возможности и прибыльности достижения таких объемов. Соответственно, отсутствует анализ вариантов изменения качества лесов и улучшения их стоимости. Система планирования, принятая в Финляндии для интенсивной

модели, в основном ориентирована на анализ экономических альтернатив и учет эффектов затрат на лесохозяйственные мероприятия. В первую очередь учитывается улучшение качества и стоимости леса после проведения рубок ухода. Можно сказать даже больше – ключевым элементом планирования является как раз чрезвычайно тщательный анализ последствий проведения рубок ухода и суммарная оценка эффектов этих рубок при проведении рубки главного пользования на каждом конкретном выделе. Таким образом, метод планирования, принятый в Финляндии, состоит из двух последовательных шагов:

первый шаг – планирование и анализ альтернатив развития на цикл развития каждого выдела с детальным просчетом объемов и времени проведения мероприятий, прибылей и затрат для каждого варианта развития выдела;

второй шаг – применение варианта метода классов возраста с использованием процедур оптимизации. При этом для каждого выдела выбирается такой вариант развития, который:

- обеспечивает достижение определенной возрастной структуры лесов для всего объекта расчета
- гарантирует достижение долговременной экономической устойчивости и эффективности ведения хозяйства на объекте
- максимизирует получение прибыли со всего объекта расчета.

Для достижения такой гибкости в системе планирования России необходимо иметь другой уровень и детальность нормативов планирования. Также необходимо наличие специального программного обеспечения, способного решать задачи оптимизации большой размерности. Нормативы должны быть адаптированы к существующим информационным системам. Реализация такой системы планирования, включая систему нормативов, требует достаточно высоких затрат. Но проблема в том, что без реализации такой системы планирования в России будет невозможно повышение эффективности лесного хозяйства и лесного сектора в целом и достижение его устойчивости. Поэтому спрос на оценку лесных ресурсов и перспектив инвестирования в лесной сектор для резкого увеличения его эффективности определен в первую очередь со стороны лесопромышленных компаний.

2.3. Уровни лесного планирования

2.3.1. Уровень планирования выдела

В идеальном случае система планирования состоит из двух взаимодополняющих уровней. На этих уровнях решаются разные задачи и важно понимать, что их функции различны. Рассмотрим уровень планирования выдела. Схематично можно разбить процесс планирования на несколько этапов.

Шаг 1. Формирование нормативно-справочной информации (НСИ)

При планировании используется большое количество нормативной информации, которая с большой степенью детальности описывает особенности назначения и проведения мероприятий в связи с различными лесоводственными требованиями для различных условий и состояния леса; разными социальными и экологическими функциями лесов.

Собственно создание НСИ заключается в:

- формировании информационной базы об изменении основных таксационных показателей и их динамики, включая данные о приросте и отпаде для различных условий
- формировании нормативов по экономическим показателям деятельности в объекте, например, величины затрат на проведение мероприятий, выход сортиментов для разных условий, величины транспортных расходов, цены на сортименты и др.

Большая часть НСИ также используется для решения задач уровня объекта.

Шаг 2. Создание альтернатив развития конкретного выдела

На основании таксационных характеристик выдела, НСИ с использованием моделей прогноза развития выдела строится набор альтернатив развития выдела на интервал планирования - цикл развития выдела. Например, технология рубки, интен-

сивность рубки ухода, количество и время их проведения, сопутствующие мероприятия, например, осушение, элементы лесовосстановления и др.

Шаг 3. Экономический анализ альтернатив

На основании специальных моделей для всех альтернатив проводится экономический анализ последствий их реализации. На основании баланса доходов и затрат формируется список наиболее прибыльных альтернатив. Они представляют собой набор вариантов, из которых в дальнейшем будет выбран лучший при решении задачи оптимизации ведения хозяйства в целом по объекту. Сразу лучший вариант выбрать невозможно, поскольку существуют экономические требования более общего плана, например, ограниченный набор инвестиций на объекте, неравномерная возрастная структура, что требует задержки выполнения мероприятий на части выделов для ее выравнивания и т.п.

Таким образом, на этом этапе, с точки зрения эффективности ведения лесного хозяйства, ключевым результатом является подготовка и анализ экономически обоснованных альтернатив ведения хозяйства для каждого выдела начиная с его нынешнего состояния на цикл его развития.

2.3.2. Планирование на уровне объекта

Как ранее отмечалось, объект планирования (лесхоз, арендный участок или др.) является естественной единицей, на которой ведется оптимизация показателей экономической деятельности с учетом долговременных требований устойчивости и краткосрочных требований экономической конъюнктуры.

Шаг 1. Формирование НСИ

НСИ для уровня объекта отражает экономические показатели деятельности фирмы – сложившуюся систему затрат, применяемые технологии, доступные объемы инвестирования компании на объекте, текущие цены на сортаменты, список и приоритеты контрактов и т.д.

Шаг 2. Составление плана

Основная задача планирования на уровне объекта – построение сценариев развития хозяйства на объекте в зависимости от уровня доступных инвестиций. Для расчета каждого сценария по объекту применяется специальная модель оптимизации, которая использует подготовленный набор альтернатив по выделам и общие экономические требования для компании и требования, связанные с выравниванием возрастной структуры лесного фонда. В результате для каждого сценария рассчитывается оптимальный план, который содержит решение (наилучшую альтернативу) для каждого выдела, как часть общего решения.

В конечном счете для лиц, принимающих решение, подготавливаются альтернативные планы (сценарии) по эффективности ведения лесного хозяйства при разном уровне инвестиций. Также важным фактором для обоснования решения является степень устойчивости (запаса прочности) ведения хозяйства. Она может быть оценена уровнем допустимых колебаний объема и структуры лесопользования и связанной с этим прибыльности.

3. Инструменты для планирования на уровне выдела

В рамках проекта был реализован подход для построения моделей планирования уровня выдела. Данный подход позволяет учесть влияние рубок ухода на развитие древостоя. Его особенность в том, что он учитывает несколько факторов, характерных для условий России:

1. Необходимость формирования большого количества НСИ, которое последовательно позволяло бы выстроить дерево принятия решения, начиная от корректной обработки исходной информации;
2. Необходимость построения универсальной системы моделей, которая была бы достаточно гибкой для применения в различных районах, позволяла создать систему НСИ, модифицировать ее в связи с необходимостью применения в разных районах и представлять собой завершенную систему планирования на уровне выдела и далее объекта.

Рассмотрим пример построения такой системы, включающий два шага – построение части НСИ и модель планирования на уровне выдела. Общую схему можно представить следующим образом (рис. 8):

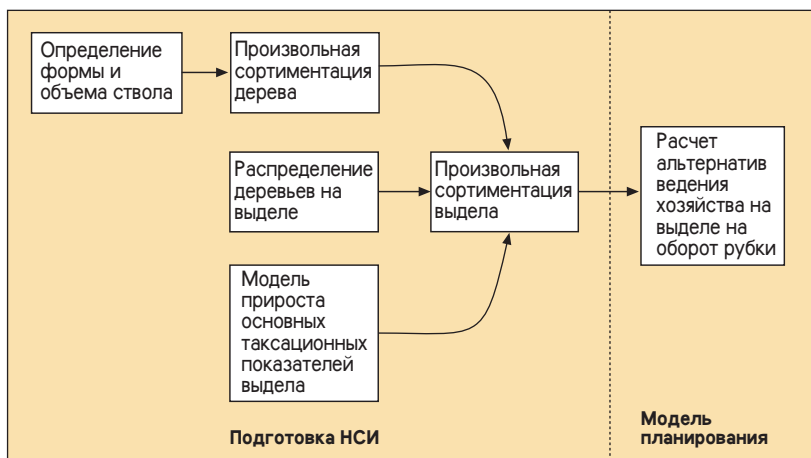


Рисунок 8. Система моделей планирования уровня выдела

Построение НСИ включает следующие основные этапы:

1. Определение формы и объема ствола

Для того, чтобы правильно оценивать стоимость ствола, нужно с достаточно высокой точностью оценивать объем и форму ствола, так как это очень сильно влияет на результаты сортиментации. К сожалению, существующие в России объемные таблицы построены по упрощенным параметрам и не учитывают целый ряд показателей, которые учитываются в других странах, например, полнодревесность ствола, толщину коры и др. Поэтому необходимы модели, которые учитывали бы все важные факторы, определяющие форму и объем ствола. Такие модели могут быть построены, как статистические зависимости формы ствола от значимых таксационных характеристик дерева и выдела. Приведенный ниже рис. 9 иллюстрирует хорошую точность аппроксимации огибающей при таком подходе.

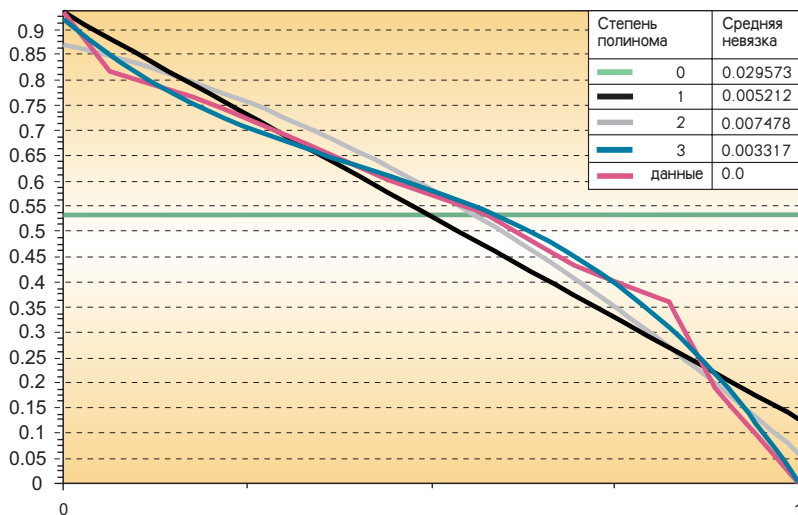


Рисунок 9. Аппроксимация огибающей ствола полиномами различных степеней (ось X – Нормированная длина ствола, ось Y – Нормированный радиус ствола)

Следующая таблица 1 показывает очень высокую точность определения объемов стволов на примере березняков Ленинградской области.

Таблица 1

	Число деревьев	Среднее	Общий запас
Запас по исходным данным	795	0.203	161
Вычисленный запас	795	0.209	166
Точность		2.9%	2.9%

2. Произвольная сортиментация ствола

Существующая сортиментная технология заготовок позволяет заготавливать сортименты с разными градациями диаметров и длин согласно требованиям контракта. Реальный опыт работы по сортиментной технологии показывает, что в зависимости от правильности раскроя дерева стоимость сортиментов, полученных из него, может колебаться до полутора-двух раз. Поскольку пороки могут находиться в произвольных местах дерева, то возникает задача оптимизации сортиментации дерева под заданные сортиментные требования. Упрощенная схема вариантов перебора разных сортиментов в зависимости от порока и места их расположения приведена ниже (рис. 10).

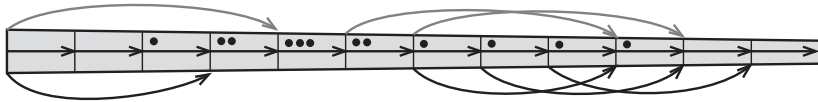


Рисунок 10. Схема вариантов перебора

На данной схеме ствол разбит на метровые отрезки. Число точек обозначает количество сучков на отрезке. Условный сортимент 1 (зелёные линии) представляет собой отрезки длиной 4 метра с количеством сучков на метр не более 2. Условный сортимент 2 (синие линии) представляет собой отрезки длиной 3 метра с количеством сучков на метр не более 1. Условный сортимент 3 представляет собой метровые отрезки без ограничений на сучки.

В реальной схеме учитывается множество различных пороков и точность раскроя ствола составляет не 1 метр, а 10 сантиметров.

На основе такой схемы разработан алгоритм, который для произвольной формы ствола, расположения пороков и требований к сортаментам определяет схему раскроя ствола, максимизируя стоимость заготавливаемых сортиментов или выход заданного сортимента.

3. Распределение деревьев на выделе

Также как для определения основных параметров отдельного дерева, можно построить модели распределения деревьев по диаметру и высоте в зависимости от статистически значимых таксационных показателей выдела. Приведённый рисунок иллюстрирует возможность аппроксимации реальных рядов распределения известными функциями распределения (например, семейство функций Грама-Шарлье).

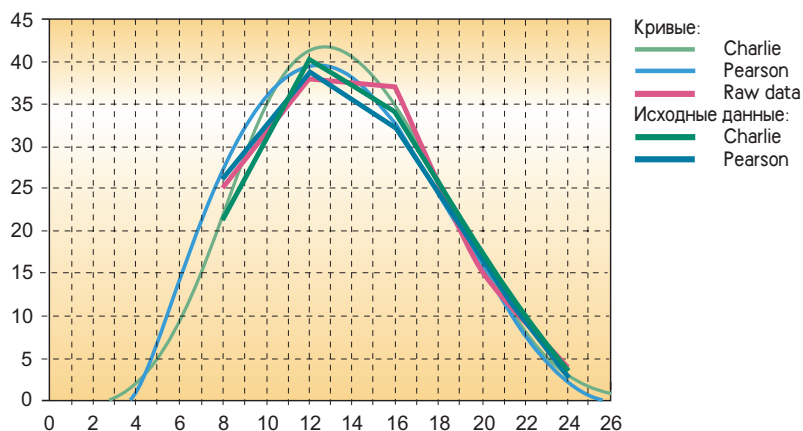


Рисунок 11. Аппроксимации реальных рядов распределения известными функциями распределения (Ось X – диаметр дерева на высоте груди, см Ось Y – количество деревьев)

4. Модель прироста основных таксационных показателей выдела

Используя статистический подход, можно создать модели для вычисления основных таксационных параметров (высота, диаметр, запас) на выделе на определённый интервал времени.

5. Произвольная сортиментация выдела

Используя возможность сортиментации произвольного дерева и модели распределения деревьев на выделе, на основании перечня заготавливаемых сортиментов можно получить проценты выхода сортиментов для каждого выдела. На основе этого можно составить сортиментные таблицы под произвольный сортиментный план. Следующий пример иллюстрирует возможность расчёта выхода сортиментов и значительное изменение выхода сортиментов в зависимости от усиления требований к качеству. Средний диаметр деревьев на высоте груди – 22 см. Средняя высота – 24 м.

Таблица 2

Сортименты	Длина, м.	Мин. диаметр, см.	Относит. цена за кубм.
А	6.5	15	10
В	5.0	12	5
С	3.0	8	2

Таблица 3

Варианты	Дополнительные требования по порокам			Процент выхода			
	А	В	С	А	В	С	А+В+С
1	–	–	–	54.5	24.8	15.4	94.7
2	Диам. гнили <5 см	–	–	46.7	30.6	16.3	93.6
3	Нет гнили Сучков на см <2	Диам. гнили <3 см	–	33.6	27.7	31.6	92.9
4	Нет гнили Нет сучков	Диам. гнили <3 см Диам. сучков <2 см	Диам. гнили <3 см	25.9	17.2	36.6	79.7

6. Расчет альтернатив ведения хозяйства на выделе на оборот рубки

На основании моделей 1-5 строятся альтернативы развития выдела в зависимости от времени проведения и интенсивности рубок ухода. Для каждого варианта (плана) рубок ухода вычисляется сортиментная структура вырубленной части выдела при каждом приеме и при финальной рубке с учетом повышения качества древесины в случае проведения рубок ухода (рис. 12).

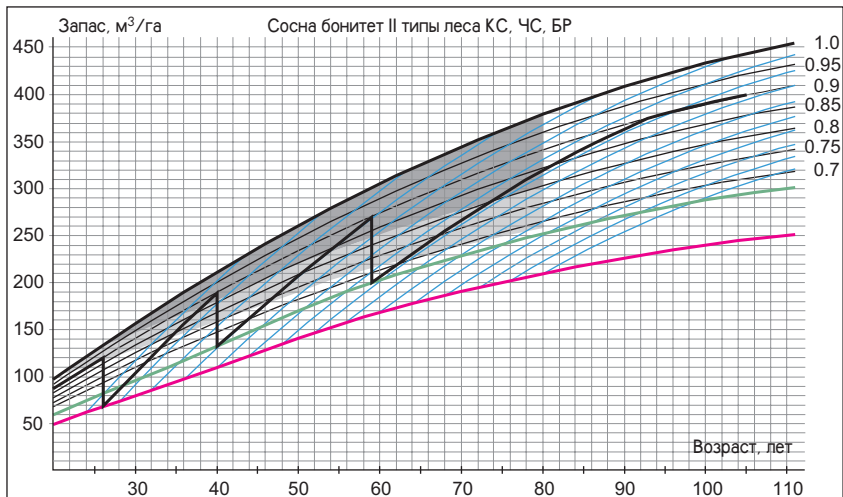


Рисунок 12. Определение количества приемов рубок ухода и времени их проведения на основе графических нормативов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной брошюре были детально описаны инструменты планирования на уровне выдела. Разработанные инструменты представляют работоспособный прототип системы планирования на уровне выдела. Для создания полной системы необходим сбор большого количества статистических данных, поскольку данные финских моделей основываются на других измеримых параметрах и созданы для других условий отлаженной интенсивной модели пользования. Система планирования на переходном этапе требует большего количества данных и инструментов. Реализация инструментов на уровне объекта является задачей следующего этапа.

БИБЛИОГРАФИЯ

Lehtonen, H. 1997. Forest fire history in north Karelia: dendroecological approach. University of Joensuu, Research notes 59. 23 p.

Parviainen, J. 1994. Sustainable forest management based on mimicking natural forest succession. In: Paavilainen, E. & Halko, L. (eds.). Finnish-Canadian Forestry Seminar, Gustavelund, Tuusula, Finland, May 16-18, 1994. The Finnish Forest Research Institute, Research Papers 512. p 60-66.



МЕТЛА

НИИ леса Финляндии

Филиал Йоэнсуу

PL 68, 80101 Йоэнсуу, Финляндия

Тел. +358 10 2111

Факс +358 10 211 3113

ISBN 951-40-1991-1