



УДК 630*624.3

Ю.А. Ширнин, Н.И. Роженцова, В.К. Хлюстов

Ширнин Юрий Александрович родился в 1946 г., окончил в 1973 г. Марийский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и оборудования лесопромышленных производств Марийского государственного технического университета. Имеет 220 печатных работ в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.



Роженцова Наталья Игоревна родилась в 1978 г., окончила в 2001 г. Марийский государственный технический университет, аспирант, ассистент кафедры информатики МарГТУ. Имеет 2 печатные работы в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.



Хлюстов Виталий Константинович родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Казахский государственный сельскохозяйственный институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А.Тимирязева. Имеет 105 печатных работ в области лесной таксации, лесоустройства, лесоводства.



ОПТИМИЗАЦИЯ РУБОК ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработан алгоритм и программа сравнения эффективности рубок промежуточного пользования, отличающиеся учетом числа приемов и объемов получаемой древесины, выбором системы лесозаготовительных машин, затрат на проведение и расчетом прибыли.

Ключевые слова: промежуточное пользование, приемы и возраст рубок, сортиментный план, системы машин для лесозаготовок, прибыль.

Основными задачами рубок промежуточного пользования являются: улучшение породного состава, повышение качества и устойчивости насаждений, увеличение размеров лесопользования с единицы площади, усиление средообразующих, защитных и водоохраных функций леса, а также получение дополнительно к главному пользованию определенного количества древесины.

Рубки промежуточного пользования предполагают разреживание древостоев в несколько приемов с определенным периодом повторяемости.

Нормативы, обеспечивающие рациональные режимы лесопользования за весь период выращивания – распределение по возрастам, интенсивности и срокам повторяемости рубок, – изложены в региональных таблицах хода роста сомкнутых древостоев [2] и моделях текущего прироста по запасу, позволяющих на каждом шаге прогнозирования восстановления запаса определять относительную полноту в каждом последующем десятилетии [4]. Методика дает возможность охарактеризовать вырубаемую часть древостоя, определить таксационные показатели оставшегося после разреживания древостоя и спрогнозировать их изменение к очередному приему рубки.

Задача состоит в том, чтобы установить оптимальное число приемов и интенсивность рубок до возраста главной рубки с целью получить максимальный экономический эффект с учетом затрат на их проведение.

Объектами исследования являются участки лесного фонда, таксационные показатели, технические характеристики машин и механизмов, применяемых при рубках промежуточного пользования, технологические схемы разработки лесосек; предметом – сортиментная структура древостоя и сортиментный план заготовок, производительность систем машин.

Алгоритм расчета оптимальных параметров (возраст и интенсивность рубки) представлен на рис. 1. На первом этапе вводят исходные показатели древостоя: среднюю высоту, средний диаметр, густоту, сумму площадей сечений, запас (блок 2). Все расчеты проведены для сомкнутых сосновых древостоев. В блоке 3 задают первоначальное число приемов рубок, от трех до семи; в блоке 4 – коэффициент интенсивности рубки (отношение объема вырубаемой древесины к объему до начала очередного приема) в диапазоне от 0,1 до 0,5 на каждом приеме и сроки разреживания, при этом выполняют варьирование возраста первой рубки и интервалов между приемами. В блоке 5 для заданных параметров прогнозируют таксационные показатели, определяющие объемы заготовленной древесины при каждом приеме и в целом. Объемы очередного приема рассчитывают в зависимости от запаса оставляемой на корню древесины после предыдущей рубки, т. е. методом прогноза. В блоке 6 определяют объем. Для каждого приема рубок выбирают оптимальный сортиментный план [5], на основании которого рассчитывают выручку и подбирают возможные системы машин (блоки 7, 8, 9). Для всех систем определяют затраты на лесосечные работы (блок 10). На основании полученных результатов для каждого приема рубок выбирают систему машин (блок 11), обеспечивающую наименьшие затраты, рассчитывают прибыль после каждого приема и суммарную (блок 12). Найденные значения объема заготовленной древесины и прибыли сравнивают с максимальными, полученными при других параметрах рубок. Если они не выше, то текущие параметры рубок сохраняются (блоки 13–16). После рассмотрения всех возможных сочетаний вариантов рубок выдают значения максимальной прибыли и максимального объема, а также параметры, при которых они достигнуты.

Для обеспечения функционирования программы были выбраны наиболее применяемые в настоящее время системы машин для рубок ухода:

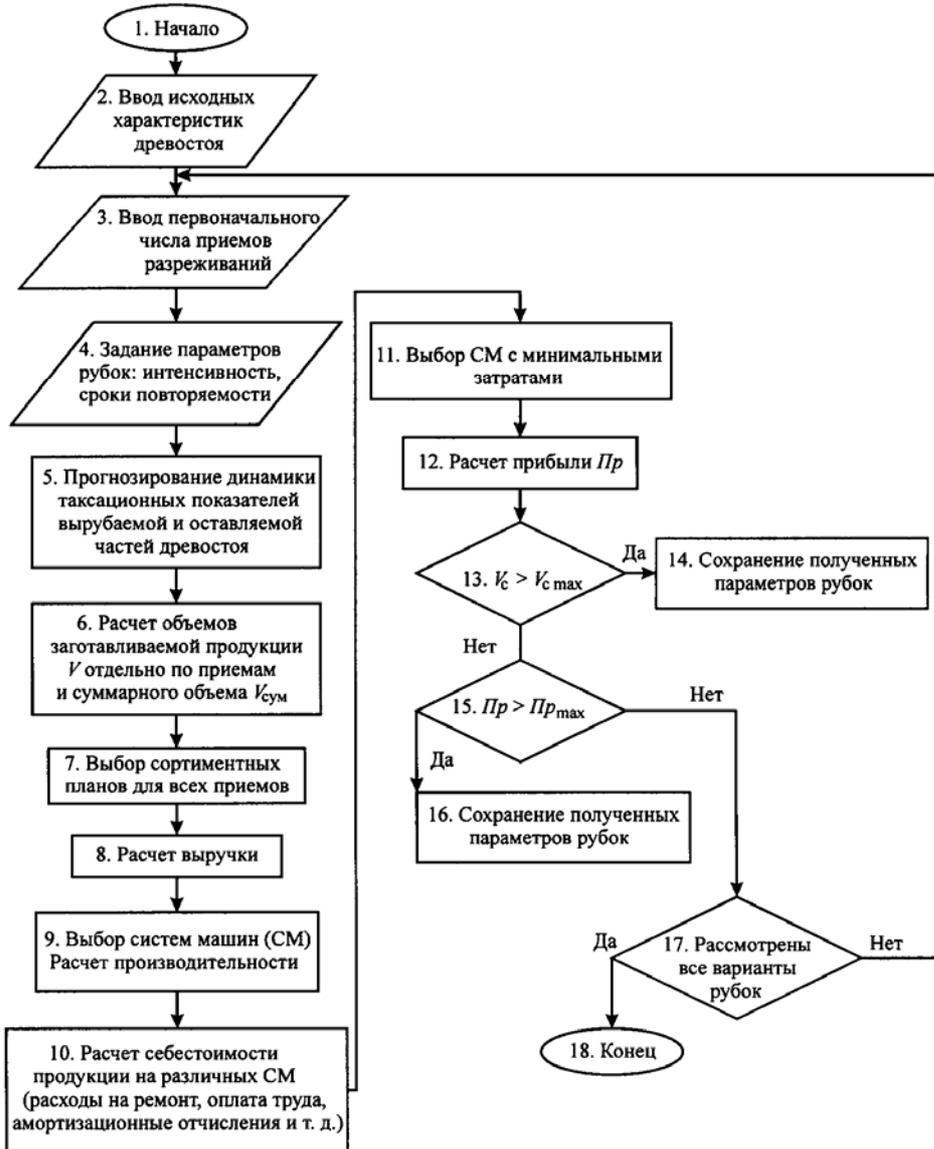


Рис. 1. Алгоритм расчета оптимальных параметров рубок леса: $V_{c_{\max}}$ – максимальное значение объема заготовленной древесины; Pr_{\max} – максимальное значение прибыли

1) система № 1 (при малых объемах хлыста): валка – бензопила типа «Крона-202», «Тайга-214», «Хускварна-242ХР» и др.; обрезка сучьев – вручную (топор); трелевка – ТДТ-55; вывозка – ЗИЛ-131 + ТМЗ-802 + манипулятор;

2) система № 2 (объем хлыста до $0,3 \text{ м}^3$): валка, обрезка сучьев и раскряжевка – бензопила типа «Крона-202», «Тайга-214», «Хус-

кварна-242ХР» и др.; трелевка – форвардер ТБ-1-16(ТБ-1-14 + прицеп), МЛ-74 и др.; вывозка – «Урал-4320» + прицеп СЗАП-8357 с манипулятором; 3) система № 3 (объем хлыста более 0,3 м³): валка – бензопила типа МП-5 «Урал-2», «Хускварна» с пильной шиной 38 ... 70 см; обрезка сучьев – бензопила типа «Крона-202», «Тайга-214», «Хускварна-242ХР» и др.; раскряжевка – бензопила типа МП-5 «Урал-2», «Хускварна» с пильной шиной 38 ... 70 см; трелевка и вывозка – те же механизмы, что и в системе машин № 2.

Разные приемы рубок могут быть выполнены одной системой № 3 и несколькими, отдельно для каждого разреживания.

В соответствии с параметрами рубок (коэффициент интенсивности, средний объем хлыста, запас на 1 га) рассчитывают производительность машин и затраты на выполнение лесосечных работ [3]. Затраты, или себестоимость зависят главным образом от производительности лесозаготовительных машин и механизмов, математические модели и формулы расчета которых изложены в [1, 6, 7]. В общем виде себестоимость лесозаготовок (C) можно представить формулой

$$C = F (П, ОТ, А, ГСМ, ДР, Проч),$$

где $П$ – сменная производительность машин и механизмов, м³/см;
 $ОТ$ – средства на оплату труда и отчисления на социальные нужды рабочих, р.;
 $А$ – амортизационные отчисления, р.;
 $ГСМ$ – затраты на горюче-смазочные и ремонтные материалы, р.;
 $ДР$ – попенная плата, р.;
 $Проч$ – прочие затраты (представительские, командировочные расходы и т. д.), р.

Из всех представленных элементов затрат наиболее весомы оплата труда и затраты на горюче-смазочные материалы. Любой из элементов затрат ($C_{эл}$) можно описать формулой

$$C_{эл} = \sum_{i=1}^N Ц_{эл_i} K_{эл_i},$$

где $Ц_{эл_i}$ – стоимость единицы элемента (цена 1 л топлива, масла, зарплата одного рабочего, амортизационные отчисления), р.;
 $K_{эл_i}$ – число необходимых единиц (рабочие, машины, здания).

Ценовые показатели трудно спрогнозировать, поскольку они зависят от рыночных потребностей и связей (у каждого предприятия или хозяйства свои поставщики и продавцы, предоставляющие различные скидки на товар и т. п.). Поэтому полученные результаты расчетов затрат и прибыли ориентировочны и могут изменяться в зависимости от текущей экономической ситуации и конкретного предприятия.

В программе при заданных характеристиках древостоя варьируют параметры рубок (возраст рубки, интенсивность) и оптимизируемые показатели – объем заготовленной древесины и прибыль. Максимальные значения прибыли, полученные по предложенной методике, представлены в виде

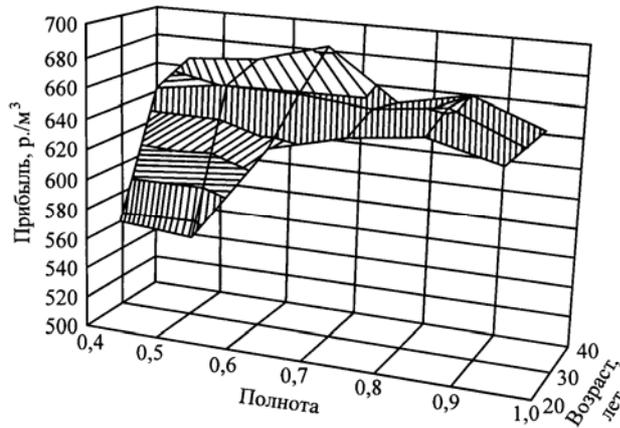


Рис. 2. Максимально достижимые значения прибыли при заданных исходных параметрах соснового древостоя I класса бонитета

поверхности на рис. 2. Каждой точке поверхности соответствуют определенные возраст и полнота, при которых найдено максимальное значение прибыли. По данному графику лесозаготовители могут обоснованно выбирать программу рубок промежуточного пользования.

Лесопользователь начинает эксплуатацию арендуемых участков лесного фонда только после составления плана рубок, определяет оптимальную стратегию. Например, арендатор имеет в распоряжении древостой со следующими таксационными характеристиками: возраст 30 лет, полнота 0,8; класс бонитета I. Эти параметры вводят в программу, которая в автоматическом режиме рассчитывает оптимальный режим лесопользования по критерию максимизации прибыли. Выдаваемые результаты содержат информацию об экономической эффективности рекомендуемой программы рубок, числе приемов рубок (разреживаний), сроках их проведения, интенсивности каждого приема, возможных системах машин. Для рассматриваемого примера предложено использовать трехприемные рубки в возрасте 30, 80 и 90 лет с коэффициентом интенсивности 0,1; 0,5 и 0,5. Прибыль составит 655 р./м³, объем заготовленной древесины 358 м³/га.

Расчеты выполнены для представленных систем машин. При необходимости база данных по системам машин может быть расширена с учетом пожеланий и рекомендаций предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрианов, Ю.С. Вывозка лесоматериалов самопогружающимися автопоездами [Текст]: науч. изд. / Ю.С. Андрианов; под ред. М.Ю. Смирнова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 231 с.

2. *Захаров, В.К.* Лесотаксационный справочник [Текст] / В.К. Захаров, О.А. Труль, В.С. Мирошников, В.Е. Ермаков. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Минск: Ред. науч.-техн. литературы, 1962. – 368 с.
3. Организация, планирование и управление предприятием [Текст]: справ. пособие по курсовому и дипломному проектированию / Сост. В.А. Береславская, Л.В. Кошелева, Р.В. Кардакова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 116 с.
4. Промежуточное пользование лесом на северо-западе России [Текст] / В.А. Ананьев [и др.]. – Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии, 2005. – 150 с.
5. Сортиментные и товарные таблицы для лесов центральных и южных районов европейской части РСФСР [Текст]. – М.: ВНИИЛМ, 1987. – 128 с.
6. Технология и эффективность рубок с естественным возобновлением леса [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Ширнин, Е.И. Успенский, А.С. Белоусов. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1991. – 100 с.
7. *Ширнин Ю.А.* Технология и машины лесосечных работ [Текст]: курс лекций / Ю.А. Ширнин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 304 с.

Марийский государственный
технический университет

Российский государственный
аграрный университет –
МСХА им. К.А. Тимирязева

Поступила 28.11.06

Yu.A. Shirnin¹, N.I. Rozhentsova¹, V.K. Khlyustov²

¹Mari State Technical University

²Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev

Optimization of Thinning

Algorithm and comparison programme of efficient thinning are developed that differ by registration of intakes and volumes of harvested wood, forest-harvesting machines, costs of thinning and profit estimation.

Keywords: thinning, methods and age of cutting, assortment plan, forest-harvesting machines, profit.

