



Рис. 2. Зависимости и некоторые частные примеры определения направления магистрали.

*a* — зависимость комплексного коэффициента  $A$  от срока действия магистрали в данной полосе лесного массива;  $1 - Q_r = 450$  тыс.  $m^3$ ;  $2 - Q_r = 300$  тыс.  $m^3$ ;  $3 - Q_r = 150$  тыс.  $m^3$ ; *b* — зависимость предельного значения координаты  $x_{пр}$  точки  $B$  от ширины полосы;  $1 - A = 1,75 \times 10^{-5}$ ;  $2 - A = 3,5 \cdot 10^{-5}$ ;  $3 - A = 7,0 \cdot 10^{-5}$ ; *в* — пример назначения направления магистрали при ширине полос *в тах*, определяемой по формуле (10); *г* — возможный вариант направления магистрали  $OAB'C$  с ответвлением  $AD$  для лесных массивов со сложной конфигурацией границ и весьма неравномерным размещением запасов леса.

На рис. 2, *a* представлена зависимость  $A = f(n)$  для лесовозной дороги с гравийной дорожной одеждой при  $C_m = 30\,000$  р.;  $k_m = 0,05$  р./( $m^3 \cdot km$ );  $k_b = 0,09$  р./( $m^3 \cdot km$ ); а на рис. 2, *б* — зависимость  $x_{пр} = f(b)$  для трех пространственных значений  $A$ .

С учетом того, что при размещении веток в лесном массиве эксплуатационная площадь последнего разделяется на отдельные зоны тяготения к веткам, ширину каждой полосы целесообразно принимать равной оптимальному расстоянию между ветками у мест их примыкания к магистрали. Таким образом,

$$b = \sqrt{\frac{C_b - C_{ус}}{30\gamma b_{ус}}}, \quad (9)$$

где  $C_b$  — стоимость постройки и содержания (за срок службы) 1 км головного участка ветки, р./км;

$C_{ус}$  — стоимость постройки и содержания 1 км уса, р./км;

$b_{ус}$  — стоимость пробега леса по усу, р./( $m^3 \cdot km$ ).

Из формулы (7) и рис. 2, *б* видно, что координата  $x_{пр} = 0$  при

УДК 630\*24.003

## ОПТИМИЗАЦИЯ РУБОК УХОДА — ВАЖНЫЙ РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

*Е. А. КОЖЕВНИКОВ*

ВНИИЛМ

В условиях роста потребности в разнообразных видах древесного сырья рубки ухода становятся значительным источником получения деловой древесины, технологической щепы, древесной зелени.

Однако даже в зонах с относительно интенсивным ведением лесного хозяйства объемы ухода за насаждениями, прежде всего, в молодых насаждениях, существенно отстают от лесоводственно обоснованного уровня. Например, в такой лесодефицитной республике, как Белоруссия, степень использования рубками ухода предполагаемого естественного отпада составляет 50—70 % [1, 3].

Объемы рубок ухода определяются не только площадью и частотой уходов, но и интенсивностью рубки. Недостаточное изреживание ослабляет положительное влияние этого мероприятия на древостой и отрицательно сказывается на экономических результатах промежуточного пользования.

Излишне интенсивные рубки уменьшают производительность и снижают качественные характеристики древостоев. Тем самым ухудшаются экономические показатели последующих рубок промежуточного и главного пользования.

Сравнивая объемы уходов, определенные лесоустройством, с ежегодными заданиями в техпромфинпланах лесхозов республики, можно сделать вывод, что уже в планах лесохозяйственного производства закладывается несоответствие рубок ухода лесоводственно обоснованному уровню.

С другой стороны, такое несоответствие имеет, за некоторыми исключениями, объективную основу, выражающуюся в ограниченности трудовых, материальных, финансовых ресурсов и техники.

Решение комплекса проблем на этапах проектирования, прогнозирования, планирования может быть получено только на основе оптимизации объемов рубок ухода, их интенсивности и повторяемости при учете реальных экономических возможностей предприятий лесного хозяйства.

Выбор критерия оптимальности — центральная проблема создания оптимизационной модели. При оптимизации рубок ухода мы считаем возможным применить определенные локальные критерии, например, лесозаготовительный эффект от получаемой древесины или всей фитомассы вырубяемых деревьев. Однако в любом случае эти локальные критерии должны сочетаться с общим критерием экономической эффективности ухода за лесом, основанным на народнохозяйственном подходе к оценке эффектов и затрат и учитывающим улучшение разнообразных качественных и количественных показателей древесной продукции, получаемой за весь период лесовыращивания.

Варианты оптимизации рассчитываются по каждой совокупности насаждений определенного породного состава, типа, уровня производительности, класса возраста, полноты. Естественными ограничениями

числа альтернатив являются лесоводственные и хозяйственные требования к уходу за насаждениями, закрепленные в действующих нормативных документах.

В математической форме поставленная задача по максимизации локального критерия эффективности рубок ухода различной интенсивности и повторяемости имеет следующий вид:

$$\mathcal{E}_{\text{лок}} = \sum_{l=1}^{\alpha} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{lij} X_{lij} \rightarrow \max \text{ (целевая функция),}$$

где  $P_{lij}$  — лесозаготовительный эффект за весь период проектирования, определяемый разностью стоимости и полной себестоимости заготовки древесной продукции от рубок ухода вида  $l$  в насаждении  $i$ , пройденном рубками по схеме  $j$ , р.;

$X_{lij}$  — площадь насаждения  $i$ , пройденная рубками ухода вида  $l$  по схеме  $j$ , га;

$\alpha$  — число видов рубок ухода, включенное в модель;

$m$  — число групп насаждений, включенное в модель;

$n$  — число схем рубок ухода, различающихся интенсивностью и повторяемостью изреживаний по каждой группе насаждений.

В модели присутствуют следующие ограничения:

$$X_{lij} \geq 0;$$

$$\sum_{i=1}^n X_{lij} \leq A_{li};$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{lijk} X_{lij} \leq D_{lk};$$

сохранение после проведения ухода: производительности и качественных показателей насаждений; водоохраных и почвозащитных функций леса; санитарно-гигиенических и рекреационных функций леса; устойчивости насаждений против неблагоприятных метеорологических, биологических и антропогенных факторов.

Первое ограничение означает вполне очевидную неотрицательность площадей любой группы насаждений, включенной в модель.

Второе соотношение характеризует естественную территориальную ограниченность нуждающихся в уходе насаждений в любом лесохозяйственном звене.

Здесь  $A_{li}$  представляет собой площадь  $i$ -той группы насаждений, нуждающихся в рубках ухода вида  $l$ .

Третье ограничение комплексно характеризует экономические возможности конкретного лесничества, лесхоза, управления лесного хозяйства по проведению ухода за лесом на проектируемый период. Значения  $P_{lijk}$  определяются объемами заготовки древесины или фитомассы на рубках ухода вида  $l$  по схеме  $j$  в группе насаждений  $i$  за  $k$ -тый отрезок времени. Значения  $D_{lk}$  характеризуют объемы получения древесины или фитомассы в конкретном производственном звене лесного хозяйства и оцениваются на сложившемся или ожидаемом уровне в соответствии с разработанной методикой анализа и многофакторного прогнозирования экономических результатов рубок ухода. Указанные величины комплексно учитывают уровни финансовых, трудовых и материальных ресурсов.

Учет неколичественных ограничений модели для чистых насаждений обеспечивается установлением критического запаса, ниже которого выборка древесины в любой схеме рубок не проводится. Иными слова-

ми, при расчете вариантов проверяют следующее количественное соотношение:

$$M_{lk} - M_{\text{выб } ljk} \geq M_{\text{кр } ik},$$

где  $M_{lk}$ ,  $M_{\text{выб } ljk}$  и  $M_{\text{кр } ik}$  — соответственно наличный, выбираемый и критический запасы на 1 га насаждений  $i$ -той группы.

Таким образом, оптимальный по локальному критерию комплекс рубок ухода, полученный в ходе реализации экономико-математической модели, не снижает перечисленных защитных функций, производительности и качественных показателей насаждений до возраста главного пользования включительно.

Для рубок ухода, оптимальных по локальному критерию, рассчитывают абсолютную (общую) экономическую эффективность за весь период лесовыращивания. В основу этого показателя положен методический подход Н. А. Моисеева [2], в соответствии с которым уход за насаждениями рассматривается как мероприятие по расширенному воспроизводству лесных ресурсов. Общий критерий экономической эффективности рубок ухода имеет следующий вид:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \frac{\sum_{i=1}^m (U_{1i} - C_{1i}) B_{1i} + \sum_{k=1}^B \sum_{l=1}^{\alpha} \sum_{i=1}^m (U_{2kli} - C_{2kli}) B_{ki} - \sum_{i=1}^m (U_{3i} - C_{3i}) B_{1i} + \sum_{k=1}^B \sum_{l=1}^{\alpha} \sum_{i=1}^m R_{kli} B_{ki}}{\sum_{k=1}^B \sum_{l=1}^{\alpha} \sum_{i=1}^m C_{2kli} B_{ki} + \sum_{k=1}^B \sum_{l=1}^{\alpha} \sum_{i=1}^m K_{kli} B_{ki}},$$

где  $U_{1i}$ ,  $C_{1i}$  — соответственно стоимость и полная себестоимость заготовки древесины или всей фитомассы в возрасте рубки главного пользования в случае проведения оптимальных рубок ухода в  $i$ -той группе насаждений, р.;

$U_{2kli}$ ,  $C_{2kli}$  — то же на рубках ухода вида  $l$  в группе насаждений  $i$  за  $k$ -тый временной интервал, р.;

$U_{3i}$ ,  $C_{3i}$  — то же в возрасте рубки главного пользования без проведения ухода за лесом, р.;

$R_{kli}$  — рента от заготовки древесной продукции на рубках ухода, р.;

$K_{kli}$  — капитальные вложения на  $l$ -й вид рубок ухода, р.;

$B_{1i}$ ,  $B_{ki}$  — коэффициенты дисконтирования.

Указанный показатель не только оценивает экономическую эффективность ухода за весь период его проведения с учетом повышения качественного состояния насаждений к возрасту главного пользования, но и достаточно полно включает текущие и капитальные затраты, принимая во внимание их одновременность. Народнохозяйственный подход к определению этого критерия заключается в учете ренты, образованной разностью общественно необходимых и фактических затрат труда на заготовку продукции от промежуточного пользования в конкретном лесозащитном районе. При этом общественно необходимые затраты труда основываются на замыкающих затратах, в качестве которых следует принимать расходы на заготовку и ввод древесной продукции из многолесных районов страны.

В составе информационной базы для решения поставленной оптимизационной задачи мы используем зависимости важнейших таксационных и экономических показателей проведения рубок ухода в БССР. Эти зависимости представлены в виде уравнений парной и множествен-

ной регрессии, включающих в качестве параметров средние диаметры вырубаемой части насаждений и их критические запасы, интенсивность рубок, стоимость и себестоимость заготовки древесины или фитомассы и другие показатели. Структура разработанной базы данных позволяет непрерывно расширять и совершенствовать информационное обеспечение экономико-математических моделей ухода за лесом.

Влияние оптимизации на рост эффективности рубок ухода было оценено на основе расчетов по фактическим данным двух производственных звеньев Белоруссии — Житковичского лесхоза Гомельского управления лесного хозяйства и Древеницкого лесничества Островецкого лесхоза Гродненского управления. Оказалось, что каждый рубль текущих и капитальных затрат, вложенный в оптимальные по объемам и интенсивности рубки ухода, позволяет получить за весь период лесовыращивания с учетом дисконтирования 1,42 р. чистого дохода по первому объекту и 1,14 р. — по второму.

Предложенная модель реализована на ЭВМ ЕС-1033 с применением стандартного пакета прикладных программ «ЛП АСУ».

Реализация принципов оптимизации на основе данных отдельных лесхозов Белорусской ССР позволила сделать следующие выводы.

1. В настоящее время имеется значительный разрыв между фактическими объемами рубок ухода и их уровнем, необходимым по лесоводственным требованиям. Даже в условиях относительно интенсивного ведения лесного хозяйства существуют большие внутренние резервы для увеличения заготовки древесины, технологического сырья, древесной зелени при проведении ухода за лесом.

2. Для вариантов или схем ухода, различающихся интенсивностью и частотой рубки, характерны значительные колебания размеров лесозаготовительного эффекта, что объясняется сильной зависимостью полной себестоимости и стоимости заготовленной древесины от среднего диаметра вырубаемой части изреживаемых насаждений. Это указывает на объективную необходимость поиска оптимальных наборов и сочетаний таких схем рубок, которые повысили бы их экономическую эффективность.

3. Заготовка при рубках ухода древесной зелени и технологической щепы из лесосечных отходов способна существенно повысить лесозаготовительный эффект, что особенно заметно проявляется при сложившемся к настоящему времени соотношении цен на древесину и вторичные лесные ресурсы. Однако оптимальные объемы прореживаний и проходных рубок, их интенсивность и повторяемость не зависят от того, ведут ли оптимизационные расчеты с учетом заготовки всей надземной фитомассы или принимают во внимание получение только ствольной древесины.

4. При сложившихся и ожидаемых на перспективу экономических условиях проведения рубок ухода в рассматриваемом лесоэкономическом районе более эффективно проводить уход в насаждениях высших бонитетов и полнот с максимальной интенсивностью и повторяемостью изреживаний (но не выше критического уровня), чем стремиться охватить этим мероприятием все площади насаждений, нуждающихся в нем по лесоводственным соображениям.

5. Сочетание локальных и общих критериев экономической эффективности рубок ухода в оптимизационных задачах позволяет учесть положительное влияние ухода до возраста главной рубки включительно. Сравнение значений общего (абсолютного) критерия экономической эффективности по различным лесохозяйственным звеньям дает возможность более рационально распределять имеющиеся производственно-финансовые ресурсы. Например, по Житковичскому лесхозу общий критерий составил 1,42; по Древеницкому лесничеству Островецкого

лесхоза — 1,14. Отсюда следует, что в Житковичском лесхозе следует наращивать опережающими темпами материальные, финансовые и иные виды ресурсов на проведение ухода за лесом.

6. Предложенные методы моделирования и оптимизации ухода за лесом дают возможность вести расчеты для широкого круга практических проблем, связанных с прогнозированием и проектированием, а полная реализация оптимальных объемов, интенсивности и повторяемости рубок ухода обеспечит существенный рост их экономической эффективности.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Есимчик Л. Д., Блюмин Г. З. Вопросы регулирования лесопользования в Белоруссии.— В кн.: Ведение хозяйства в сосновых лесах Белоруссии. Минск: Польша, 1982, с. 54—61. [2]. Моисеев Н. А. Воспроизводство лесных ресурсов.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 263 с. [3]. Совершенствование рубок ухода в сосновых молодняках Белоруссии/ В. П. Григорьев, Ю. Н. Азиев, В. Н. Кисляков, В. К. Гвоздев.— Минск: БелНИИЛП, 1981.— 43 с.

Поступила 28 октября 1985 г.

УДК 658.012.011.56

### ОСОБЕННОСТИ НОРМАТИВНЫХ РАСЧЕТОВ В УСЛОВИЯХ АСУ

Ю. Д. КУЗНЕЦОВ

КарНИИЛП

Новые возможности АСУ позволяют улучшить традиционные методы управления производством. Нормативный метод, широко используемый в технико-экономическом планировании на предприятиях, обладает двумя существенными недостатками: негибкостью расчетов и их высокой трудоемкостью. Это приводит к несбалансированности заданий по выпуску продукции и возможностей предприятий. Методический просчет состоит в том, что нормы и нормативы принимают как устойчивую систему, которую можно аргументированно обосновать, а потому и изолировать от балансовых расчетов. Однако с теоретических позиций достоверность норм довольно условна, поскольку невозможно учесть и количественно выразить влияние всего многообразия факторов. Это влияние носит зачастую стохастический характер из-за действия фактора неопределенности ряда лесозаготовительных процессов (влияния природных климатических факторов и случайного характера отказов лесных машин, наличия субъективного элемента — возможностей человека и т. д.). По различным причинам могут изменяться планы производства, объемы нормируемых ресурсов (трудовых, материальных и финансовых) и планы организационно-технических мероприятий, что приводит к различной напряженности норм.

Кроме того, потребности в нормативной информации на различных уровнях управления отрасли неодинаковы, что требует разработки специального механизма ее передачи с одного уровня управления на другой, не нарушая взаимосвязей между ними.

В данных условиях можно говорить о том, что система норм и нормативов нуждается в управлении, и управлении достаточно трудоемком, особенно на стадии составления текущих, детализированных планов.

Его на практике стараются избегать, поэтому преобладают одно-разовые прямые расчеты. Эти расчеты основаны на принятых или скорректированных нормах (производительности, расхода ресурсов, про-