

вой функцией «максимум расчетной прибыли». Такой подход позволит повысить комплексность использования лесных ресурсов по всей территории Коми АССР.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Лобовиков Т. С., Петров А. П. Экономика комплексного использования древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 168 с. [2]. Сабадина Н. И. Рациональное применение древесного сырья на базе развития кооперирования предприятий.— Реф. информ. ВНИПИЭИлеспром, Сер. Экономика и управление, 1978, № 7, с. 4.

Поступила 26 декабря 1983 г.

УДК 630*526 : 65.011.56

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПУНКТОВ УЧЕТА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

С. З. МИХЛИ

ЦНИИлесосплава

При проектировании лесопромышленных предприятий, особенно крупных лесопромышленных комплексов, разработке систем сквозного учета, внедрении новых его методов одним из основных условий построения оптимальной системы учета является обоснованный выбор требуемого числа пунктов учета. Критерий его оптимизации может быть сформулирован в виде минимума потерь, состоящих из затрат на учет и потерь от простоев лесоматериалов в очереди.

Анализ возможных вариантов затрат показывает, что при составлении функции потерь необходимо учитывать технологическую схему использования поступающей древесины.

Существенную роль играет то обстоятельство, имеется ли после пункта учета буферный склад или древесина используется непосредственно по мере поступления.

В первом варианте небольшие потери времени от простоев в очереди перед пунктом учета не будут влиять на показатели работы всей последующей технологической цепи предприятия после буферного склада. Поэтому нет потерь от снижения производительности участка склад — производство. В этом случае условие оптимальности числа пунктов учета может быть сформулировано в виде минимума суммы приведенных затрат на их строительство и эксплуатацию и потерь от простоев транспортных средств с лесоматериалами перед ними. Решение данной задачи сводится к минимизации по числу пунктов учета n функции вида

$$f(n) = n(C + EK) + \Pi(n), \quad (1)$$

где K , C — затраты соответственно на строительство и эксплуатацию одного пункта учета;

E — нормативный коэффициент эффективности;

$\Pi(n)$ — функция потерь от простоя транспортных средств с лесоматериалами перед пунктом учета.

Во втором варианте даже незначительные простои лесоматериалов в очереди перед пунктами учета вызвали бы пропорциональные простои всей последующей технологической цепи и соответствующие убытки за счет снижения производительности предприятия. Эти убытки существенно превосходили бы затраты на строительство и эксплуатацию пунктов

учета. Поэтому для нормальной ритмичной работы предприятия простои в очереди недопустимы. Критерий оптимизации системы учета в данном варианте должен формулироваться исходя из высокого уровня доверительной вероятности того, что в момент поступления лесоматериалов хотя бы один из пунктов учета будет свободен.

Очевидно, что в обоих вариантах потери будут прямо пропорциональны времени ожидания лесоматериалов в очереди.

Обоснованная характеристика этого параметра системы может быть дана вследствие вероятностной природы поступления потока лесоматериалов. Пункт учета можно представить в виде системы массового обслуживания потока лесоматериалов. Такой подход позволяет не только рассчитать требуемое число пунктов учета, но и определить основные эксплуатационные параметры системы, характеризующие качество ее функционирования.

В общем случае рассмотрим реальную систему, предназначенную для группового, например, весового учета лесоматериалов, поступающих автомобильным транспортом. Автолесовозы взвешивают на весоизмерительных устройствах. Практически всегда справедливы следующие условия: прибытие одного автолесовоза не зависит от прибытия другого; никогда не приходят одновременно два автолесовоза или более; среднее число прибытий не изменяется со временем.

В этом случае вероятности прибытия подчиняются закону Пуассона. Таким образом, имеется пуассоновская система массового обслуживания смешанного типа, на вход которой поступает простейший поток заявок с плотностью λ . При практической реализации групповых методов учета все автолесовозы, прибывшие на пункт учета, взвешивают, а число мест в очереди не ограничено ($m \rightarrow \infty$). Среднее время ожидания в очереди $\bar{t}_{ож} = 1/\nu$, а среднее время обслуживания $\bar{t}_{обс} = 1/\mu$.

Для такой системы массового обслуживания вероятность p_k того, что k заявок находятся на обслуживании и очереди нет, определяется по формуле*:

$$p_k = \frac{P(k, \alpha)}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{x}{1-x}} \quad (2)$$

Соответственно вероятность p_{n+s} того, что все n каналов заняты и s заявок находятся в очереди, равна:

$$p_{n+s} = \frac{P(n, \alpha) x^s}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{x}{1-x}}, \quad (3)$$

где P и R — табулированные функции.

Из формулы (3) среднее число автолесовозов в очереди может быть вычислено по формуле

$$\bar{s} = \frac{P(n, \alpha) \frac{x}{(1-x)^2}}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{x}{1-x}} \quad (4)$$

Тогда

$$\bar{t}_{оч} = \frac{\bar{s}}{\lambda}, \quad (5)$$

где $x = \frac{\lambda}{n}$, $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$.

* Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1973. — 368 с.

Чтобы проверить зависимость (5) и допустимость применения закона Пуассона для оценки вероятностей прибытия лесоматериалов, проведён хронометраж работы пункта весового учета технологической щепы на Соломбальском ЦБК за смену. На этом предприятии технологическую щепу, поставляемую автомобильным транспортом, взвешивают на одних весах типа РС-30Ц13Ас. В результате экспериментальных исследований, включающих хронометраж времени обслуживания 231 автощеповоза, установлены следующие характеристики работы пункта учета: плотность потока $\lambda = 1/124,6 \text{ с}^{-1}$; среднее время ожидания автощеповоза в очереди $\bar{t}_{ож} = 24,2 \text{ с}$; среднее время обслуживания, т. е. взвешивания и оформления документов для одного автощеповоза $\bar{t}_{обс} = 46,1 \text{ с}$; среднее время простоя пункта учета $\bar{t}_{пр} = 78,1 \text{ с}$.

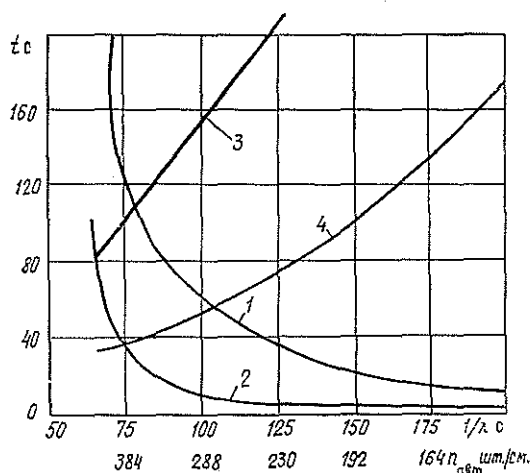
На основании экспериментально установленных величин λ и $\bar{t}_{обс}$ рассчитано по формуле (5) время ожидания автощеповоза в очереди.

Параметры системы на Соломбальском ЦБК: $\lambda = 0,48 \text{ мин}^{-1}$, $\mu = 1,3 \text{ мин}^{-1}$. В этом случае $\alpha = 0,37$, $z = 0,37$.

Среднее число автощеповозов в очереди может быть установлено по формуле (4). Учитывая, что табулированные функции $P(1; 0,37) = 0,25$, а $R(1; 0,37) = 0,96$, $\bar{s} = 0,21$.

Тогда расчетное время ожидания автощеповоза в очереди $\bar{t}_{оч} = \frac{0,21}{0,48} = 0,44 \text{ мин}$, или 26 с, а время простоя пункта учета $\bar{t}_{пр} = \frac{1 - 0,37}{0,37} = 1,31 \text{ мин}$, или 78,6 с.

Таким образом, расчетные данные хорошо согласуются с экспериментальными, что позволяет рекомендовать выведенные зависимости для оценки эксплуатационных параметров системы учета.



Графики зависимости времени ожидания в очереди и времени простоя весов от плотности потока.

1 — $\bar{t}_{оч}$ при $n = 1$; 2 — $\bar{t}_{оч}$ при $n = 2$; 3 — $\bar{t}_{пр}$ при $n = 1$; 4 — $\bar{t}_{пр}$ при $n = 2$.

На основании этих данных построены графики зависимостей (рис. 1) времени ожидания автощеповозов в очереди $\bar{t}_{оч}$ и времени простоя весов $\bar{t}_{пр}$ при среднем времени обслуживания $\bar{t}_{обс} = 46,1 \text{ с}$ для пунктов учета, оборудованных одним ($n = 1$) и двумя ($n = 2$) весоизмерительными устройствами, от плотности потока $1/\lambda$ и числа обслуживаемых автощеповозов в смену $n_{авт}$. Время ожидания лесовоза в очереди $\bar{t}_{оч}$ позволяет рассчитать потери времени за любой период времени по формуле

$$T_{\text{пот}} = T \lambda \bar{F}_{\text{оч}}, \quad (6)$$

где T — длительность рассматриваемого периода, например, смена, месяц, год.

С учетом формул (4) и (5) функцию потерь (1) можно представить в виде

$$f(n) = n(C + EK) + zT \frac{P(n, \alpha) \lambda n \mu}{(n\mu - \lambda)^2 \left[R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{\lambda}{n\mu - \lambda} \right]}, \quad (7)$$

где z — потери от простоев транспортных средств за единицу времени, р.

Минимизация по n функции (7) определяет оптимальное число пунктов учета. Однако аналитическое решение данного уравнения очень громоздко, поэтому минимум функции $f(n)$ удобнее всего находить графически, отложив по оси абсцисс значения n , а по оси ординат значения $f(n)$. Как правило, при групповых методах учета лесоматериалов требуется не более 2—3 пунктов учета, поэтому вычисления не трудоемки.

На основании формулы (2) можно рассчитать требуемое число пунктов учета для того, чтобы с вероятностью $\gamma(n)$, например 0,95, каждый автолесовоз подъезжал хотя бы к одному незанятому пункту учета. Это условие будет соблюдаться при

$$\sum_{k=0}^{n-1} p_k = \gamma(n). \quad (8)$$

Тогда n можно определить по формуле

$$\gamma(n) = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{P(k, \alpha)}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \frac{z}{1-z}}. \quad (9)$$

Данное уравнение также удобнее всего решать графически, отложив по оси абсцисс значения n , а по оси ординат $\gamma(n)$.

Поступила 28 мая 1984 г.

УДК 630*624 : 630*905.2

ПЛАНИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕТА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

В. Д. ВОЛКОВ
ВНИИЛМ

Важнейшее значение для разработки обоснованных планов развития лесного хозяйства имеют данные о состоянии лесных ресурсов и степени их нуждаемости в различных мерах хозяйственного воздействия с учетом перспектив развития лесной промышленности, сельского хозяйства и необходимости сохранения средообразующей роли лесов. Первичным источником информации о лесных ресурсах, потенциальных объемах лесопользования и целесообразных объемах проведения лесохозяйственных мероприятий является лесоустройство. Материалы лесоустройства используются в качестве исходной информации для разработки пятилетних и годовых планов, прежде всего, на уровне предприятий лесного хозяйства. Однако, если рассматривать всю многоуровневую систему отраслевого планирования, в которой плановые