

Организационные мероприятия для осуществления хозрасчета текущей лесохозяйственной деятельности на уровне предприятий следующие:

1) переход на планирование лесохозяйственной деятельности через государственные заказы не по объемам работ, а по создаваемым объектам (промежуточным результатам);

2) установление отраслевых стандартов на объекты лесохозяйственной деятельности;

3) установление форм и методов приемки и реализации законченных объектов лесохозяйственной деятельности вневедомственными организациями (государственной инспекцией);

4) разработка и утверждение отраслевых цен на объекты лесохозяйственной деятельности, дифференцированных по районам;

5) разработка и утверждение отраслевых нормативных документов по планированию себестоимости, образованию и распределению хозрасчетного дохода.

Поступила 6 апреля 1988 г.

УДК 658.012.011.56 : 684

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

П. ЖУКОВСКИ

Ленинградская лесотехническая академия

Для обеспечения непрерывности и ритмичности работы мебельных предприятий в каждом из них создаются и поддерживаются запасы различных видов древесных материалов. По поводу этих запасов в повседневной деятельности предприятий непрерывно принимаются решения, экономические последствия которых весьма существенны. В связи с этим необходима разработка оптимальной стратегии управления запасами древесных материалов в условиях неопределенности с применением экономико-математических методов и современной электронно-вычислительной техники. Такой подход к проблеме содействует также внедрению достижений научно-технического прогресса в управление мебельным производством [2, 4—6].

Уровень запасов древесных материалов на складе мебельного предприятия колеблется, что обусловлено их поступлением и расходом (рис. 1). Поступления зависят от поставок материалов и времени между ними. Расходы же связаны, главным образом, с производственным потреблением материалов цехами мебельного предприятия. Интервал времени между очередными поставками материалов (цикл поставок)

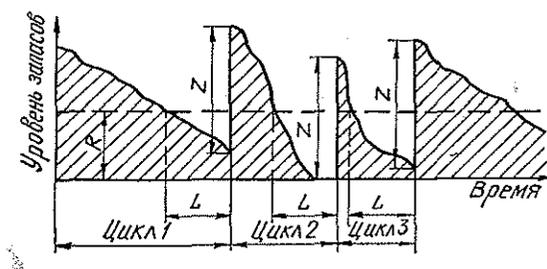


Рис. 1

в промышленной практике, как правило, меняется, как и производственное потребление отдельных видов основных древесных материалов.

На предприятии мебельной промышленности вопрос управления запасами древесных материалов отражает многие, часто противоречивые тенденции. Существуют разнообразные группы факторов (технических, организационных, экономических, финансовых и др.), воздействующих на уровень запасов. В связи с хранением на складах мебельных предприятий как слишком больших, так и слишком малых запасов основных древесных материалов возникают дополнительные затраты. Основным объектом оптимизации следует считать затраты, связанные с запасами. Критерием оптимизации должна быть минимизация уровня ожидаемых средних общих затрат на заказ и хранение запасов материалов, а также затрат (потерь) из-за нехватки на складе соответствующего запаса материалов в рассматриваемом периоде (например в течение года). В результате оптимизации целевой функции будет обеспечен необходимый для ритмичной реализации производственной программы уровень запасов древесных материалов при наименьших затратах [3, 7].

Для построения стохастической модели управления запасами введем следующие обозначения:

- D — среднее производственное потребление определенного вида материала в рассматриваемом периоде (например, среднее годовое потребление);
- Z — величина заказа (поставки) данного вида материала;
- $\frac{D}{Z}$ — среднее количество заказов;
- R — запас данного вида материала;
- K — постоянные затраты на заказ;
- h — удельные складские затраты;
- p — удельные затраты, имеющие характер потерь из-за отсутствия данного вида материала на складе;
- v — производственное потребление материала в период поставки;
- $E(v)$ — ожидаемая величина производственного потребления материала в период поставки;
- $g(v)$ — плотность распределения вероятности производственного потребления материала в период поставки;
- b — средний уровень недостающего запаса материала в период поставки;
- B — средний уровень недостающего запаса материала на складе в рассматриваемом периоде;
- $E(B)$ — ожидаемый средний уровень недостающего запаса материала в рассматриваемом периоде;
- L — период поставки (время реализации заказа) материала;
- E — оператор математического ожидания;
- $F(R, Z)$ — целевая функция стохастической модели запасов.

Рассматривается склад основных древесных материалов на предприятии мебельной промышленности, где постоянно производится учет уровня запасов. Рассуждения касаются одного вида древесного материала (например пиломатериалы, ДСП, ДВП, черновые заготовки) в неограниченном интервале времени. Формирование уровня запасов материала на складе зависит главным образом от величины заказа Z , запаса R и производственного потребления (рис. 1). Анализ показывает, что для построения стохастической математической модели управления запасами достаточно знать распределение вероятности производственного потребления $g(v)$ данного вида древесного материала в период поставки L . Допустим, что такое распределение вероятности слу-

чайной величины v известно. Построим стохастическую модель, с помощью которой можно определить оптимальный уровень запаса R_0 , при котором следует сделать заказ, и оптимальную величину заказа Z_0 , с тем, чтобы затраты, связанные с запасами в рассматриваемом периоде, были минимальными. Определение оптимального уровня величин R_0 и Z_0 и составляет проблему оптимизации целевой функции (затрат) с двумя переменными искомыми величинами [1, 3, 5, 7].

Перед построением целевой функции следует отметить, что в конце цикла (рис. 1) ожидаемый уровень запаса данного вида древесного материала на складе равен $R - E(v)$, а сразу после реализации заказа, т. е. в начале цикла (когда уровень запаса увеличивается на величину Z), он равен $Z + R - E(v)$.

Таким образом, ожидаемый средний уровень данного вида древесного материала в цикле, когда в период поставки $v \leq R$ (удовлетворена вся производственная потребность), можно выразить формулой:

$$\frac{[Z + R - E(v)] + [R - E(v)]}{2} = \left[\frac{Z}{2} + R - E(v) \right], \quad (v \leq R). \quad (1)$$

Если производственный спрос в период поставки превышает уровень имеющегося запаса, т. е. $v > R$ (имеет место явление неполной производственной обеспеченности), то ожидаемый в цикле (периоде) поставки средний уровень недостающего запаса данного вида древесного материала (b) на складе:

$$b = \int_R^{\infty} (v - R) g(v) dv, \quad (2)$$

так как предполагаем, что нехватка запаса материала в цикле (периоде) поставки равна:

$$b(v) = \begin{cases} 0 & \text{при } v \leq R; \\ v - R & \text{при } v > R. \end{cases} \quad (3)$$

Следовательно, ожидаемый в рассматриваемом периоде средний уровень недостающего запаса данного вида древесного материала (B) на складе получим по формуле

$$E(B) = bD/Z, \quad (v > R), \quad (4)$$

где D/Z — среднее число циклов поставок (также заказов) материала в рассматриваемом периоде.

По уровню запаса материала определим соответствующие затраты, умножая удельные затраты h и p на величины, входящие в правые части формул (1) и (4).

Целевая функция в модели управления запасами примет вид

$$E[F(R, Z)] = KD/Z + h[Z/2 + R - E(v)] + pbD/Z \rightarrow \min. \quad (5)$$

В уравнении целевой функции (5) первая часть суммы представляет собой средние затраты на заказы материала, вторая — средние складские затраты на хранение запаса, третья — средние затраты, имеющие характер производственных потерь из-за отсутствия на складе данного вида древесного материала в рассматриваемом периоде. Названные составные части определяют уровень запаса R и величины заказа Z материала. Изменение величин R и Z в целевой функции вызывает непосредственное изменение отношений между составными элементами затрат. Целевая функция (5) достигает минимума при оптимальных значениях R_0 и Z_0 . Таким образом, следует найти зависимости, по которым можно вычислить эти оптимальные величины [3, 5, 7].

Приравнивая нулю первые частные производные целевой функции (5) по переменным Z и R , получаем:

$$\partial E [F(R, Z)] / \partial Z = -KD/Z^2 + h/2 - pbD/Z^2 = 0; \quad (6)$$

$$\partial E [F(R, Z)] / \partial R = h - pD/Z \int_R^\infty g(v) dv = 0. \quad (7)$$

Отсюда имеем следующие соотношения для оптимальных значений Z_0 и R_0 :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{2D(K+pb)}{h}}; \quad (8)$$

$$\int_{R_0}^\infty g(v) dv = \frac{hZ_0}{pD}. \quad (9)$$

Однако эти формулы не выражают в явном виде оптимального решения (R_0, Z_0). В связи с этим был разработан итерационный процесс, позволяющий найти это решение. Если в предельном случае $R = 0$, то из формулы (9) имеем:

$$Z_w = pD/h, \quad (10)$$

а из формулы (8)

$$Z_m = \sqrt{\frac{2D[K+pE(v)]}{h}}, \quad (11)$$

так как

$$b = \int_0^\infty vg(v) dv = E(v). \quad (12)$$

Если же в другом предельном случае $R = \infty$, то $b = 0$ и из уравнения (8) следует:

$$Z_r = \sqrt{\frac{2DK}{h}}. \quad (13)$$

Значения основных параметров модели запасов и результаты определения оптимальных значений уровня запаса R_0 и заказа Z_0 данного вида древесного материала в производстве изделий из древесины

Тип изделия	Вид древесного материала	Основные параметры модели					Оптимальные значения искомым величин	
		$D, \text{ м}^3$	$K, \text{ зл.}$	$h, \text{ зл./м}^3$	$p, \text{ зл./м}^3$	A	$R_0, \text{ м}^3$	$Z_0, \text{ м}^3$
Кухонный гарнитур «Зося»	ДСП толщиной 19,4 мм	3510,5	92	200	4000	40	39,9	54,6
	ДСП толщиной 13 мм	272,8	80	200	4000	10	9,8	14,8
	ДСП толщиной 10 мм	195,4	70	160	4000	10	9,9	12,4
	Сосновые пиломатериалы	542,0	50	120	1500	15	14,9	20,8
	Сосновые черновые мебельные заготовки	121,0	80	200	1500	10	9,9	11,4
	ДСП «окаль»	157,8	40	80	1000	10	9,9	11,7

Продолжение табл.

Тип изделия	Вид древесного материала	Основные параметры модели					Оптимальные значения искомых величин	
		D , м ³	K , зл.	h , зл./м ³	p , зл./м ³	A	R_0 , м ³	Z_0 , м ³
Гнутые стулья типа А-18/2 жесткие	Черновые мебельные заготовки длиной, см до 69	38,3	125	595	3580	10	9,6	14,0
	70...139	21,4	125	760	3580	10	9,5	11,1
	140...199	91,4	125	1190	3580	10	9,7	15,3
	200 и более	93,1	125	1360	3580	10	9,7	14,4
Корпус динамика типа ZG 10/2	ДСП толщиной 19 мм	150,0	110	410	1850	10	9,8	24,9
	ДСП толщиной 10 мм	620,7	110	530	1850	30	29,8	44,9
	Ольховые пиломатериалы толщиной 25 мм	52,8	110	150	1850	10	9,8	24,2

Примечание. Сокращение «зл.» — злотый — польская денежная единица.

Достаточным условием сходимости итерационного процесса (существования решения задачи) является неравенство

$$Z_w > Z_m. \quad (14)$$

Начиная процесс итерации с первого приближенного значения величины $Z_1 = Z_r$ — см. формулу (13), с ростом числа итераций значение Z_i возрастает, а R_i уменьшается. Оптимальное значение $R_0 = \lim_{i \rightarrow \infty} R_i$ (i — число итераций), а оптимальное значение Z_0 выражается через R_0 на основе зависимости (8).

Поскольку на практике численная реализация поиска оптимальных значений R_0 и Z_0 связана с довольно громоздкими вычислениями, то целесообразно итерационный процесс осуществлять с применением электронно-вычислительной техники. В связи с этим была разработана блок-схема алгоритма поиска величин R_0 и Z_0 (рис. 2) и программа для ЭВМ.

Построенная стохастическая модель управления запасами материалов поддается эмпирической проверке. Для этой цели были использованы статистические данные о стабильной хозяйственной деятельности мебельных и других деревообрабатывающих предприятий ПНР за 6-летний период. Оптимальные ве-

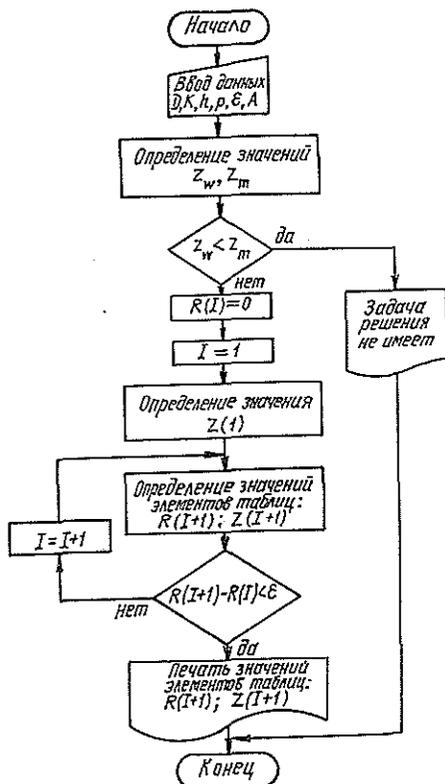


Рис. 2

личины определяли для всех основных видов древесных материалов, используемых в серийном производстве кухонных гарнитуров «Невка» и «Зося», комбинированных гарнитуров «Юбиляр», гнутых стульев типа А-18/2 — жестких и А-18/2 — мягких, гнутых кресел типа В-9 и В-18 и других изделий из древесины (см. таблицу). Во всех случаях фактические запасы были значительно выше вычисленных оптимальных. Самая большая разница в уровне запасов наблюдалась для пиломатериалов (до 27 %), самая маленькая — для древесноволокнистых плит (до 9 %). На практике, когда имеют место серьезные отклонения от среднего цикла поставок, заметны сильные тенденции к чрезмерному росту запасов сырья и материалов. Это явление неблагоприятно, особенно в случае напряженного баланса лесоматериалов, причем не только по экономическим соображениям (затратам), но также для эффективной организации снабжения сырьем и материалами.

Представленная модель запасов указывает метод разработки оптимальной стратегии управления запасами древесных материалов в конкретном предприятии в условиях неопределенности при серийном производстве мебели. Суть этой стратегии состоит в следующем: когда уровень запаса данного вида древесного материала на складе достигает величины R_0 , следует сделать заказ, равный величине Z_0 , чтобы средние общие затраты, связанные с запасами в рассматриваемом периоде, были минимальны [3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жуковски П. Возможности принятия управленческих решений на основе стохастических моделей линейного программирования // Науч. тр. Щецинск. ун-та.— 1986.— Т. 5, вып. 3.— С. 149—183. [2]. Жуковски П. Основные проблемы организации труда и экономики производства.— Варшава: Научиздат, 1986.— 542 с. [3]. Жуковски П. Стохастическая модель управления запасами основных древесных материалов // Пшемьсл. джевы.— 1987.— № 3.— С. 15—18, 23. [4]. Иванов Л. Б. Основы управления производством.— М.: Лесн. пром-сть.— 1979.— 224 с. [5]. Моррис У. Т. Наука об управлении. Байесовский подход.— М.: Мир, 1971.— 304 с. [6]. Петров А. П., Бурдин Н. А., Кожухов Н. И. Лесной комплекс. Вопросы теории и практики.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 296 с. [7]. Wagner H. M. Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions.— Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975.— 1264 p.

Поступила 13 июня 1988 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*231

**РОСТ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
ПОСЛЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РУБОК УХОДА**

В. Ф. ҚОВЯЗИН, В. М. ҚОНОВАЛЕНКО, А. С. АНИКИН

Ленинградская лесотехническая академия

При переводе рубок ухода на промышленную основу встает проблема комплексной механизации работ. Ее решение требует технологической организации лесосеки. Для прохода машин прорубают волоки, в результате снижается продуцирующая площадь. Кроме того, устойчивость еловых древостоев зависит от ширины пасеки [1].

Нами в 1986 г. исследованы рост и формирование насаждения после рубок ухода, проведенных в 1971 и 1977 гг. на пасеках разной ширины, с трелевкой колесными тракторами.

Работа выполнена на опытных объектах кафедры лесоводства в Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА [2]. Лесозаготовку проводили в весенний период. Тип леса — ельник-кисличник, II класс бонитета. Почва модергумусная среднеподзолистая суглинистая на моренном валунном суглинке. Мощность горизонта А₁ в среднем около 9 см, что связано с наличием сравнительно богатого напочвенного растительного покрова (кислица, черника, майник и др.).

Лесоводственная и таксационная характеристика древостоя дана в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика насаждений
(а — до рубки 1971-1977 гг., б — после рубки, в — в 1986 г.)**

Но- мер уча- стка	Состав	Воз- раст, лет	Средние		Пол- нота	За- пас, м ³ /га	Ин- тен- сив- ность руб- ки, %
			вы- сота, м	диа- метр, см			
1	а — 5Е1С2Ос1Б1Ол	39	13,6	10,8	0,8	171	27
	б — 6Е1С2Б1Ос + Ол		13,7	11,0	0,7	125	
	в — 6Е2Б1С1Ос	48	17,4	17,3	0,9	205	
2	а — 6Е2Б2Ос + С	39	15,6	9,8	0,8	143	32
	б — 7Е2Б1Ос + С		15,6	10,5	0,6	97	
	в — 6Е2Ос1Б1С	48	17,6	18,9	1,0	255	
3	а — 4, 4Е3, 5Б2, 1С	32	11,2	10,0	0,9	161	31
	б — 5Е4Б1С		11,0	9,8	0,7	107	
	в — 4, 5Е4, 5Б1С	45	16,2	14,0	1,2	275	

Рубки проводили бензопилой «Дружба» под углом 40° по хлыстовой технологии (табл. 2). Способ очистки лесосек — укладывание порубочных остатков на волок. Деревья в рубку отбирали комбинированным методом. Выборка в пасеках слабая.

Таблица 2

Технология проведения рубок ухода

Но- мер уча- стка	Год руб- ки	Ширина, м		Марка трактора на тре- левке
		па- секи	во- лока	
1	1977	30	3	Л-101
2	1977	6	2	МТЗ-50Л
3	1971	22	2,5...3,0	Т-40ЛБ