

УДК 658.783:681.3

Классификация материальных ресурсов многономенклатурного производства с условием их взаимозаменяемости

Виноградова Г.Л., канд. техн. наук, Демчинова Е.А., ст. преп.

Приведено описание системы классификационных признаков, на основе которой осуществлена классификация материальных ресурсов для многономенклатурного производства с условием их взаимозаменяемости.

Ключевые слова: классификация, материальные ресурсы, многономенклатурное производство.

Classification of Material Resources of Multiproduct with Condition of Their Interchangeability

G.L. Vinogradova, Candidate of Engineering, E.A. Demchinova, Senior Teacher

The description of classification signs system is considered. The classification of material resources for multiproduct manufacture with the condition of their interchangeability is carried out.

Keywords: classification, material resources, multiproduct manufacture.

Одной из проблем многономенклатурного производства является стабильность обеспечения основными и вспомогательными материалами. Для производства продукции требуется наличие большого количества различных материалов с различными свойствами. В ряде отраслей имеет место взаимозаменяемость материалов при производстве продукции без снижения качества. Для производства мелкосерийного многономенклатурного типа эти задачи усложняются ввиду высокой частоты заказов и малых сроков их реализации.

Для условий многономенклатурного производства особо значимой является проблема классификации объектов (материальных ресурсов), оригинальность которой определяется спецификой производимой продукции. Взаимозаменяемость ресурсов осуществляется внутри группы ресурсов с максимально схожими свойствами. Группы взаимозаменяемых материалов формируются по доминирующему признаку (признакам), что определяется свойствами материалов, применяемых в конкретной отрасли промышленности [1].

Задача классификации решалась на примере предприятия по производству танцевальной обуви, в котором постоянно находится около восьмисот вариантов различных моделей обуви, при этом высока динамика обновления ассортимента. Модели, не пользующиеся спросом, снимаются с производства или дорабатываются под требования заказчика, что создает сложную номенклатуру выпускаемой продукции.

Для классификации первичных данных в соответствии с принципом Парето произведена группировка материальных ресурсов [2]. Категория А (около 21 %) составлена из ресурсов, требующих тщательного планирования, постоянного определения размера заказа по каждой позиции номенклатуры, контроля теку-

щего запаса, затрат на доставку ресурсов и их хранение (ресурсы этой группы – основные на предприятии, около 79 % оборотного капитала). Категория В (около 22 %) составлена из ресурсов, занимающих среднее положение в формировании запасов (около 16% оборотного капитала), требующих меньшего внимания, обычного контроля за текущим и страховым запасами и своевременности заказа. Категория С (около 57%) включает широкий ассортимент номенклатуры (около 5% оборотного капитала), для материалов не ведется постоянный учет, проверка наличия осуществляется периодически, расчеты оптимальной величины заказа и периода заказа не выполняются.

Для классификации материальных ресурсов (материалы группы А) исследуемого предприятия установлены следующие признаки классификации: фактура материала, тип материала, тон (цвет) материала, тип моделей и сезонность производственного процесса.

Признак классификации – фактура материала (P_1) является базовым, так как для пошива обуви используются основные материалы (внешний слой обуви) – P_1^O и вспомогательные материалы (для внутреннего слоя обуви, подошвы, отделки внешнего слоя) – P_1^V . Следующим признаком классификации определен тип материала (P_2), для пошива танцевальной обуви используются материалы из кожи, ткани, кирзы (P_2^K , P_2^T , P_2^{KR}). Третьим признаком классификации выбран тон материала (P_3): цвет обуви (светлые – P_3^S , темные – P_3^T) является для заказчика свойством, зависимым от костюма, характера танца и т. д. Четвертый признак – тип модели танцевальной обуви (P_4). По этому признаку продукция разделена на классические (P_4^K), новые (P_4^N) и популярные (P_4^P) модели. Пятым признаком является сезонность производственного процесса (периоды постоянного расхода материа-

лов) – P_5 , от него зависит объем заказа по определенным периодам года. В настоящем исследовании под сезонностью понимается наличие периодов (сезонов), постоянных по объему продаж (расходу материальных ресурсов) в выделенной группе ($P_5^{S1}, P_5^{S2}, \dots, P_5^{Sm}$, m – количество выделенных сезонов). Формальное описание совокупности признаков классификации имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 P &= \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5\}, \\
 P_1 &= \{P_1^O, P_1^V\}, \\
 P_2 &= \{P_2^K, P_2^T, P_2^{KR}\}, \\
 P_3 &= \{P_3^S, P_3^t\}, \\
 P_4 &= \{P_4^{KL}, P_4^P, P_4^N\}, \\
 P_5 &= \{P_5^{S1}, P_5^{S2}, \dots, P_5^{Sm}\}.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

В соответствии с этими признаками все закупаемые материалы были сгруппированы, дерево классификации представлено на рис. 1.

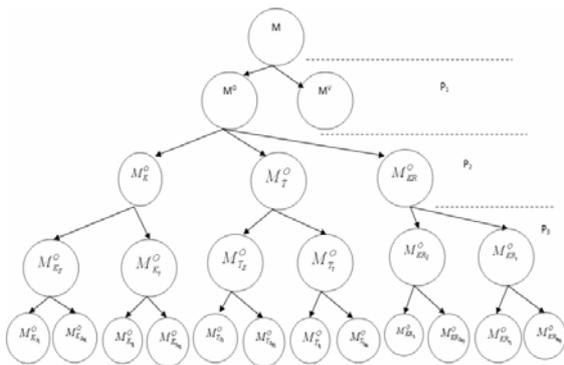


Рис. 1. Дерево классификации материальных ресурсов: M – материалы; M^O – основные материалы; M^V – вспомогательные материалы; M_{KS}^O – основные материалы типа «кожа»; M_{KR}^O – основные материалы типа «кирза»; M_{KT}^O – основные материалы типа «кожа» светлых тонов; M_{KS}^t – основные материалы типа «кожа» темных тонов; M_{KR}^S – основные материалы типа «кирза» светлых тонов; M_{KR}^t – основные материалы типа «кирза» темных тонов

Уравнения регрессии, построенные согласно приведенной классификации материальных ресурсов (по признакам P_1, P_2, P_3) имеют следующий вид [3]:

$$Y_1 = 0,853 \cdot X_1 - 16,516,$$

где Y_1 – расход вспомогательных материалов; X_1 – расход основных материалов;

$$Y_2 = 0,02 \cdot X_2^3 - 1,116 \cdot X_2^2 + 4,885 \cdot X_2 - 20,038,$$

где Y_2 – расход основных материалов типа «кожа»; X_2 – модель обуви;

$$Y_3 = -0,046 \cdot X_2^3 + 6,909 \cdot X_2^2 - 322,635 \cdot X_2 + 4680,497,$$

где Y_3 – расход основных материалов типа «ткань»; X_2 – модель обуви;

$$Y_4 = -0,08 \cdot X_2^3 + 1,243 \cdot X_2^2 + 56,179 \cdot X_2 + 769,993,$$

где Y_4 – расход основных материалов типа «кирза»; X_2 – модель обуви.

Регрессионные модели проверены на адекватность (по критерию Фишера), коэффициенты уравнений регрессии оценены на значимость.

Метод классификации объектов многономенклатурного производства для последующего прогнозирования запасов сырья формализован в виде схемы, показанной на рис. 2.

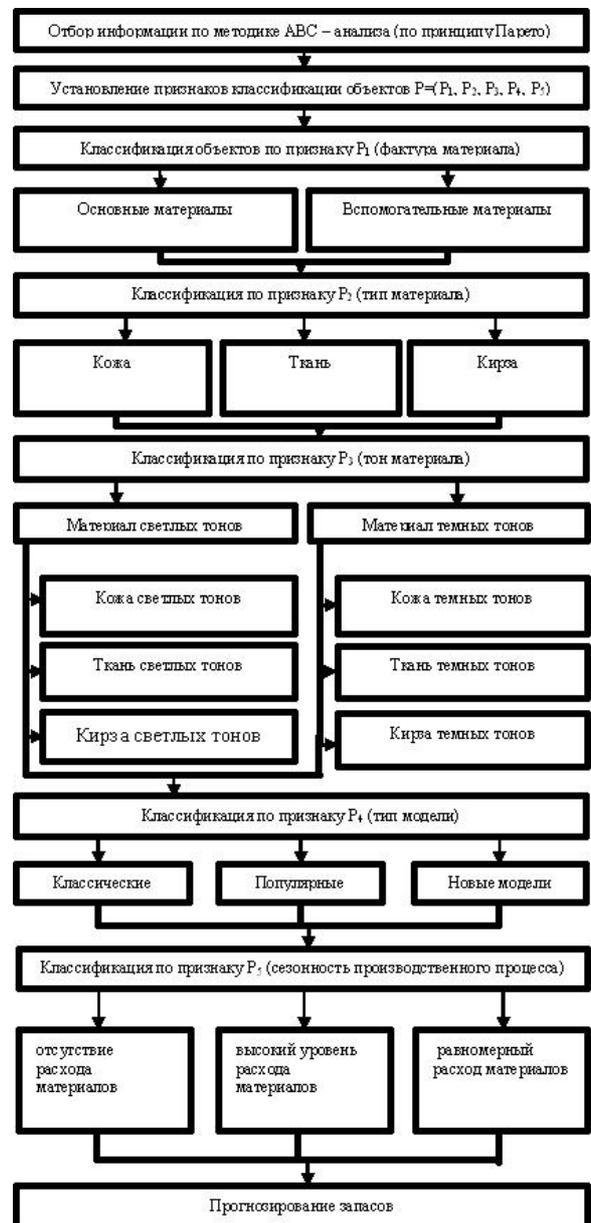


Рис. 2. Схема классификации материальных ресурсов

Для выделенных групп свойство взаимозаменяемости материальных ресурсов формализовано в следующем виде:

$$\text{если } M^1 \in M_{Xyz}^O, M^2 \in M_{Xyz}^O, \text{ то } M^1 \sim M^2 \quad (2)$$

$$\text{при } P_d^{M^1} \approx P_d^{M^2},$$

где M^1, M^2 – материалы; M_{Xyz}^O – группа со следующими классификационными признаками: O – основные материалы; X – тип материала; y – тон материала; z – группа, выделенная по признаку «тон материала»; $P_d^{M^1}$ – доминирующий признак материала M^1 ; $P_d^{M^2}$ – доминирующий признак материала M^2 .

Классификация материалов для пошива обуви осуществлялась сетями Кохонена в пакете Statistica Neural Networks. Рассматриваемый временной промежуток составил пять лет, количество моделей обуви составило около ста наименований. В производстве танцевальной обуви отсутствует ярко выраженная сезонная ориентация моделей. Классификация проводилась по выделенному признаку P_4 (тип моделей – выделение классических моделей, популярных моделей, новых моделей) и P_5 (сезонность производственного процесса – выделение сезонов наибольшего спроса на производимую обувь, выделение периодов роста и спада спроса). Анализ информации проводился по расходу материалов в моделях обуви по рабочим дням года, неделям года.

На рис. 3 представлен неподготовленный набор данных, где строки – это модели обуви, столбцы – рабочие дни, в ячейках содержится информация о расходе материала в день.

	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5
60	0	0	0	2	0
61	4	0	0	0	0
62	0	0	4	0	0
63	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0
68	5	8	0	3	0
69	0	0	0	0	0

Рис. 3. Экранная форма фрагмента исходных данных (расход материалов)

После обучения сети Кохонена сформирован ряд классов. При формировании признака классификации P_4 было сформулировано предположение о делении моделей обуви на классические модели, популярные модели и новые модели. После анализа данных, полученных при классификации сетями Кохонена, гипотеза о существовании таких групп моделей обуви подтвердилась (рис. 4).

Case	Winner
01	4
02	4
03	4
04	4
05	4
06	4
07	4
08	4
09	8
10	16
11	8
12	4
13	4
14	4
15	4
16	4
17	16
18	4

Рис. 4. Экранная форма с фрагментом классификации данных

В результате преобразования данных, представленных на рис. 4, получен новый набор данных с информацией о спросе на продукцию в определенные периоды времени (по неделям года). Построенная кластерная диаграмма отражает результаты группирования: осенний и весенний периоды соответственно. При анализе полученной группы выделены дополнительные группы, показывающие изменение спроса на рассматриваемые модели обуви.

Выделен период года с 18 по 33 неделю, в котором реализация продукции практически отсутствует. Это летние месяцы года, в которые производимая продукция (танцевальная обувь) не пользуется спросом из-за наступивших каникул, отпусков, отсутствия танцевальных конкурсов и концертной деятельности (в рассматриваемом регионе).

Выделен период года с 1 по 17 неделю, в котором присутствует достаточно равномерное распределение спроса на производимую продукцию. При этом спрос возрастает в начале рассматриваемого периода (с января по март), пик спроса приходится на 12 неделю (середина марта), далее происходит спад спроса. Рост спроса объясняется окончанием праздников, каникул, началом весеннего танцевального сезона.

Выделен период года с 34 по 53 неделю года, спрос на продукцию в котором аналогичен вышерассмотренному весеннему периоду.

Для классификации по выделенному признаку P_4 (тип модели) в обучающую выборку включены данные для 69 моделей обуви, а в тестирующую – для 45 моделей. В обучающей и тестирующей выборках примеры делятся следующим образом: классические модели (49 примеров для обучающей выборки, 30 примеров для тестирующей выборки); популярные модели (15 и 13 примеров соответственно); новые модели (5 и 2 модели соответственно).

На этой обучающей выборке было обучено 5 сетей Кохонена с различными параметрами. Процент правильных ответов на тестовой выборке колебался в диапазоне от 88 до 94%. Для сети с наилучшей точностью прогно-

за ошибка распределяется следующим образом: к популярным моделям ошибочно отнесены 3 из 30 примеров группы классических моделей; к классическим моделям – 2 из 13 примеров группы популярных моделей.

Для классификации по выделенному признаку P_5 (сезонность производственного процесса) в обучающую выборку включены данные для 3 лет наблюдений (159 недель), а в тестирующую – для 1 года наблюдений (53 недели).

На этой обучающей выборке было обучено 4 сети Кохонена с различными параметрами. Процент правильных ответов на тестовой выборке колебался в диапазоне от 83 до 90%. Для сети с наилучшей точностью прогноза ошибка распределяется следующим образом: в группу с равномерным расходом ресурсов (материалов) ошибочно отнесены 4 примера из группы с практическим отсутствием расхода материала.

По итогам группирования по выделенным признакам P_4 (тип модели) и P_5 (сезонность производственного процесса) можно сделать вывод о пригодности построенных классификационных моделей для дальнейших исследований.

Полученные в результате классификации по выделенным признакам P_4 (тип модели) и P_5 (сезонность производственного процесса) данные использованы для прогнозирования запасов.

Виноградова Галина Леонидовна,
Костромской государственный технологический университет,
кандидат технических наук, профессор кафедры информационных технологий,
телефон (4942) 53-57-67,
e-mail: vinogrgalina@yandex.ru

Демчинова Елена Александровна,
Костромской государственный технологический университет,
старший преподаватель кафедры информационных технологий,
e-mail: dea-05@mail.ru

Заключение

Для повышения эффективности применения материальных ресурсов на предприятиях предложено использовать свойство взаимозаменяемости материалов при условии сохранения качества выпускаемого изделия, определяемого заказчиками. Первым шагом к эффективному управлению материальными ресурсами является ранжирование списка номенклатур запасов в порядке убывания стоимостного спроса, проведенное с помощью ABC – анализа. Отмечена желательность прогнозирования спроса на материалы группы А.

Установлено, что для условий многономенклатурного производства особо значимой является проблема классификации объектов (ресурсов), оригинальность которой определяется спецификой производимой продукции.

На основе разработанной системы классификационных признаков проведена классификация первичных данных о материалах (материальных ресурсах) для многономенклатурного производства.

Список литературы

1. Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Высш. шк., 2000.
2. Сергеев В.И. Менеджмент в бизнес-логистике. – М.: Изд-во «Филинь», 1997.
3. Демчинова Е.А., Виноградова Г.Л. Комплексная автоматизация управления запасами в условиях многономенклатурного производства // Вестник ИГЭУ. – 2010. – Вып. 3. – С. 90–94.