Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVII, вып. 3, 1967 г.

УДК 658.78:517

С. Р. Микитьянц

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ СКЛАДСКИХ ЗАПАСОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО НИМ СТЕПЕНИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА СНАБЖЕНИЯ

Равномерность процесса материально-технического снабжения является одним из важнейших условий бесперебойной работы предприятий. Однако применяемые в настоящее время методы определения степени равномерности снабжения обладают рядом существенных недостатков, что не позволяет признать их достаточно обоснованными.

В качестве показателя неравномерности снабжения часто используется отклонение средневзвешенного интервала от планового

$$\Delta t = t_{пл} - \frac{\sum Vt}{\sum V}, \qquad (1)$$

где t и $t_{пл}$ — соответственно фактический и плановый интервал между поставками, дни; V — объем каждой партии, натуральные единицы.

Другой показатель степени неравномерности снабжения — среднее квадратическое отклонение объемов партий от их среднего уровня

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (V - \overline{V})^2 t}{\sum t}}, \qquad (2)$$

где $\overline{V}$ — средний объем партии, натуральные единицы.

Основные недостатки этих показателей в том, что они не позволяют сделать выводов относительно размеров запаса, обоснованных фактическим поступлением, и выразить в деньгах размер ущерба, понесенного потребителем из-за нарушения поставщиками договорных условий. А это — основные задачи изучения неравномерности процесса снабжения. Если объемы каждой партии увеличить или уменьшить в одно и то же число раз, показатель средневзвешенного интервала не изменится, в то время как на предприятие поступит значительно больше или меньше материалов. То же самое относится и к показателю среднего квадратического отклонения при увеличении или уменьшении объема каждой партии на одну и ту же величину.

Для того, чтобы учесть степень выполнения общего объема поставки, А. А. Пугачева * рекомендует следующее вычисление коэффициента неравномерности снабжения:

* Пугачева А. А. Статистика материально-технического снабжения и сбыта. Статистика, 1966.

$$K_{\text{неравн}} = \sqrt{\frac{\Sigma (V - V_{\text{пл}})^2 t}{\Sigma t}}, \qquad (3)$$

где $V_{\text{пл}}$ — объем каждой партии по плану снабжения.

Однако и этот показатель не позволяет правильно оценить неравномерность снабжения. Формулой (3) учитываются только отклонения объемов, но не учитываются возможные при этом отклонения фактических интервалов между поставками от числа дней, предусмотренного в плане снабжения или договоре. Практически часто объемы партий соответствуют плану снабжения (отгружается транзитная норма, предусмотренная в плане), в то время как сроки поставки не соблюдаются. При этом $K_{\text{неравн}} = 0$, а снабжение нерегулярно.

Теперь ясно, что нужно искать другие критерии оценки степени неравномерности процесса снабжения. При этом, на наш взгляд, следует исходить из указаний К. Маркса, что чем меньше надежность, регулярность и быстрота доставки, тем значительнее должен быть у производителя запас сырья и вспомогательных материалов *.

Наличие причинной связи между процессом обеспечения и производственными запасами наблюдается в том запасе товарно-материальных ценностей, который вынуждено содержать предприятие при наличии отклонений фактических условий поставки от предусмотренных в плане снабжения. Коэффициент неравномерности показывает, во сколько раз больший запас было вынуждено содержать предприятие при нарушении поставщиками договорных условий

$$K = \frac{\Gamma + T}{\Gamma_{\text{пл}} + T_{\text{пл}}}, \qquad (4)$$

где Γ и $\Gamma_{\text{пл}}$ — гарантийный запас, соответственно фактический и плановый; T и $T_{\text{пл}}$ — среднедействующий текущий запас, соответственно фактический и плановый.

Каждому плану материально-технического снабжения как комплексу определенных условий поступления и расхода материалов соответствуют определенные размеры гарантийного и текущего запасов.

Текущий запас предприятия при строгом соблюдении плановых условий поставки изменяется от максимального, равного объему партии в момент поставки, до нуля в момент перед следующей поставкой. За норму принимается среднедействующий текущий запас, равный 0,5 объема партии или 0,5 интервала между поставками (в днях обеспеченности).

Строгое соблюдение плана снабжения не исключает в ряде случаев необходимости гарантийного запаса, максимальный размер которого равен плановому интервалу между поставками. Необходимость содержания гарантийного запаса в таком размере вытекает из предоставленного поставщику права отгружать продукцию в любом объеме и в любой момент обусловленного договором интервала между поставками.

Таким образом, при строгом соблюдении договорных условий и предусмотренном планом интервале поставок предприятию необходим общий запас материала в размере 0,5 планового интервала между поставками (в днях обеспеченности), если планом предусмотрен определенный интервал, или 1,5 интервала, если договором обусловлен определенный период поставки (каждую пятидневку, декаду, квартал и т. д.).

---

* К. Маркс. Капитал, т. 3. Госполитиздат, 1955.

Для определения запасов, необходимых при фактическом поступлении, нужно построить модель движения складских запасов в условиях равномерного потребления материалов. Влияние неравномерности потребления как фактора, не зависящего от поставщика, должно быть в этом случае исключено.

Определим количество материала, поступившего на момент после i-той поставки

$$W = \sum_{i=1}^{n} V_i , \tag{5}$$

где V_i — объем партий, дни обеспеченности.

Считая, что материал потребляется равномерно, расход его на момент после i-той поставки будет

$$P_i = \sum_{i=1}^{n-1} t_i , \tag{6}$$

где t_i — интервал времени между i-той и $(i+1)$ поставками, дни.

Остаток материала на момент после i-той поставки представляет собой максимальный текущий запас

$$T_{max_i} = W_i - P_i = \sum_{i=1}^{n} V_i - \sum_{i=1}^{n-1} t_i = t_i + \sum_{i=1}^{n} (V - t)_i . \tag{7}$$

Минимальный запас материала в конце i-того интервала или на момент перед очередной поставкой

$$T_{min_i} = T_{max_i} - t_i . \tag{8}$$

Подставляя значение T_{max_i} из формулы (7), выразим движение минимального текущего запаса

$$T_{min_i} = t_i + \sum_{i=1}^{n} (V - t)_i - t_i = \sum_{i=1}^{n} (V - t)_i . \tag{9}$$

В зависимости от абсолютных значений поступления материала и его расхода T_{min_i} может быть положительным или отрицательным. При этом положительное его значение свидетельствует о достаточном в данный период времени обеспечении предприятия ресурсами (может быть, даже излишнем поступлении материалов); отрицательное — говорит о дефиците материала, который должен быть покрыт гарантийным запасом.

Понятно, что максимальное по своей абсолютной величине отрицательное значение T_{min_i} будет количественно выражать максимальный дефицит на складе, а следовательно, гарантийный запас, необходимый в данных условиях поступления материалов для обеспечения бесперебойной работы.

Итак, гарантийный запас, который должно содержать предприятие при фактическом поступлении материалов, может быть определен абсолютной величиной следующего выражения:

$$\Gamma = \frac{\min}{i} \begin{cases} \sum_{i=1}^{n} (V-t)_i & \text{при} \quad \sum_{i=1}^{n} (V-t)_i < 0 \\ 0 & \text{при} \quad \sum_{i=1}^{n} (V-t)_i \geqslant 0. \end{cases} \tag{10}$$

Для оценки неравномерности поступления недостаточно определить только гарантийный запас. При систематической перепоставке предприятию нет необходимости в содержании гарантийного запаса, однако это требует увеличения нормы среднедействующего текущего запаса.

Средний текущий запас внутри каждого интервала между поставками

$$T_{ср} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \tag{11}$$

или, в соответствии с равенством (8),

$$T_{ср} = \frac{T_{min} + t + T_{min}}{2} = T_{min} + \frac{t}{2}. \tag{12}$$

Среднедействующий текущий запас определяется значением среднего текущего запаса, взвешенного по интервалам между поставками

$$T = \frac{\Sigma T_{ср} t}{\Sigma t} = \frac{\Sigma \left(T_{min} + \frac{t}{2}\right) t}{\Sigma t}. \tag{13}$$

При этом среднедействующий текущий запас должен учитывать только положительные значения $T_{ср}$.

Тогда по формуле (12)

$$T = \begin{cases} \dfrac{\Sigma T_{ср} t}{\Sigma t} & \text{при} \quad T_{ср} > 0 \\ 0 & \text{при} \quad T_{ср} \leqslant 0 \end{cases} \tag{14}$$

Общий запас, необходимый предприятию в данных условиях поступления материалов, равен сумме рассчитанных таким образом гарантийного и среднедействующего текущего запасов. Отношение общего запаса, обоснованного фактическим поступлением, к запасам, необходимым предприятию при строгом соблюдении условий договора (0,5 или 1,5 плановых интервала), характеризует равномерность обеспечения предприятия ресурсами, а следовательно, и степень нарушения поставщиками условий поставки.

Рассмотрим конкретный пример. План поступления рудничных стоек длиной 1,8 *м* на шахту характеризуется следующими данными: 1) общий объем поставки за месяц 900 $м^3$; 2) поставки осуществляются 1 раз в 3 дня по 90 $м^3$; 3) среднесуточная потребность в стойках 30 $м^3$. Таким образом, при соблюдении плановых условий поставки шахте необходим запас в размере 4,5 дня обеспеченности или 1,5 плановых интервала. Фактические данные о поступлении стоек и определение запасов, обоснованных фактическим поступлением, представлены в таблице.

В таблице первая дата анализируемого периода условно принята за момент первой поставки, объем которой равен нулю. Интервал этой

Расчет запасов, обоснованных фактическим поступлением рудничных стоек длиной 1,8 *м* на шахту в январе

№ поставки	Дата поставки	Фактический объем поставки		Фактический интервал поставки, дни	Разность между объемом и интервалом поставки, дни обеспеченности	Движение минимального текущего запаса по формуле (9), дни обеспеченности	Половина интервала между поставками, дни	Средний текущий запас по формуле (12), дни обеспеченности	Произведение среднего текущего запаса на фактический интервал поставки
		*м*³	Дни обеспеченности						
1	1/I	0	0	1	—1,00	—1,00	0,5	—0,50	0
2	2/I	83	2,76	1	1,76	0,76	0,5	1,26	1,26
3	3/I	50	1,67	2	—0,33	0,43	1,0	1,43	2,86
4	5/I	154	5,14	4	1,14	1,57	2,0	3,57	14,28
5	9/I	144	4,80	7	—2,20	—0,63	3,5	2,87	20,09
6	16/I	120	4,00	8	—4,00	—4,63	4,0	—0,63	0
7	24/I	100	3,33	5	—1,67	—6,30	2,5	—4,80	0
8	29/I	152	5,07	1	4,07	—2,23	0,5	—1,73	0
9	30/I	50	1,67	1	0,67	—1,56	0,5	—1,06	0

поставки определяется временем, прошедшим с начала периода до момента первой поставки, имевшей место в действительности.

Анализируя движение минимального текущего запаса, можно сделать вывод, что максимальный дефицит рудничных стоек наблюдался перед седьмой поставкой (6,3 дня обеспеченности). Следовательно, для обеспечения бесперебойной работы шахты в январе был необходим гарантийный запас в таком размере. При данных условиях поступления среднедействующий текущий запас по формуле (14) составит $\frac{38,49}{30} = 1,28$ дня обеспеченности. Таким образом, общий запас стоек $6,3 + 1,28 = 7,58$ дня обеспеченности. Коэффициент неравномерности снабжения K равен $\frac{7,58}{4,5} = 1,7$ и показывает, что из-за нарушения поставщиками условий договора шахта вынуждена содержать запас в 1,7 раза больший, чем по плану снабжения.

Теперь легко можно выразить в деньгах ущерб, понесенный при этом потребителем, что позволит применить принципы материальной ответственности поставщиков в повышении эффективности снабжения. Ведь основное требование хозяйственной реформы в области материально-технического снабжения — повышение размера санкций за нарушение поставщиками договорных условий так, чтобы компенсировать убытки, понесенные потребителем.

Рекомендуемая методика может быть также применена и для изучения неравномерности процессов потребления и производства. Она может явиться важнейшей частью методики нормирования производственных запасов и оборотных средств.