

К проблеме оперативного планирования резерва исполнителей на горных предприятиях

В статье представлена методика расчета резерва, основанная на экономико-математических моделях оперативного планирования резерва исполнителей с учетом их индивидуальных характеристик, обеспечивающих работоспособность. Основные выводы сопровождаются расчетами с использованием фактического материала по обеспечению работ на горном предприятии.

На горных предприятиях выполнение технологических операций осуществляется с использованием человеко-машинных систем. Обеспечение работоспособности этих систем зависит от возможных отказов прежде всего в подсистеме «исполнителей». Для предотвращения простоев необходимо в штатный состав исполнителей вводить дополнительное количество работников с учетом их индивидуальных характеристик по обеспечению работоспособности. Оперативное планирование резерва исполнителей должно осуществляться с учетом наработок исполнителей между отказами [1]. Нами предлагается следующий методологический подход.

При исследовании установлено, что планируемая смена производства горных работ на руднике «Медвежий ручей» осуществляет перевозки по двум маршрутам руды в бункеры цеха крупного дробления Обогажительной фабрики, которые обслуживаются 5-6 автосамосвалами с водителями. На их погрузке рудой заняты два экскаватора с экипажем в составе машиниста и его помощника. Вскрытие осуществляет один экскаватор, обслуживающий 2-3 автосамосвала. В карьере использованы 3-4 бульдозера для вспомогательных работ и дополнительно работает вспомогательный персонал для разрушения негабаритов, обслуживания силового электрооборудования, горному надзору и другой персонал в количестве, примерно составляющем 30 исполнителей. Непосредственное производство работ осуществляют в среднем $n_{\text{вод}} = 14$ водителей и $n_{\text{маш}} = 8$ машинистов экскаваторов.

Следует определить плановое количество резервного персонала, достаточного к замене на протяжении смены в любой момент времени. Исследованиями надежности этих исполнителей установлено, что минимальная наработка водителей между отказами составляет $T_{\text{min log}} = 145$ часов; машинистов $T_{\text{min маш}} = 400$ часов. Их средняя взвешенная наработка

$$T_{\text{min}} = (T_{\text{min log}} \cdot n_{\text{log}} + T_{\text{min маш}} \cdot n_{\text{маш}}) / (n_{\text{log}} + n_{\text{маш}}) = 238 \quad (1)$$

Находим далее минимальную численность резерва исполнителей в расчете на одну смену $t = 8$ ч и пессимистический исход, т.е. минимальную наработку между отказами T_{min} .

В этом случае

$$n_{\min} = 1/T_{\min} + U_{1-\alpha} \cdot t \cdot \sqrt{t \cdot T_{\min}^{-3}} = 0,07, \quad (2)$$

где $U_{1-\alpha} = 2,32$ – квантиль стандартного нормального распределения при 99% вероятности достоверности расчета. Полученный результат определяет, что среди персонала основного технологического звена в составе 22 человек должно быть в резерве $n_{рез} \approx 0,07 \cdot n_{\min} \approx 2$ исполнителя. Целесообразно их распределять на одного машиниста экскаватора и одного водителя автосамосвала. Данный персонал имеется всегда на резервном (ремонтируемом) экскаваторе и в ремонтной зоне автоколонны на техническом обслуживании машины.

При планировании перевозок, имея данные об отказах исполнителей, следует определить коэффициент готовности. Для расчета используем данные рассматриваемого примера для трехсменной работы:

$$K(t) = \frac{M(T(t))}{M(T(t)) + M(t(t))} + \frac{M(T(t))}{M(T(t)) + M(t(t))} \cdot \exp\left(-\left(\frac{1}{M(T(t))} + \frac{1}{M(t(t))}\right)\right) \cdot t, \quad (3)$$

где математические ожидания среднего времени наработки на отказ $M(T(t)) = 4106$ ч и времени восстановления $M(t(t)) = 221$ ч; $t = 24$ ч.

Подставив указанные значения в (3), имеем $K(t) = 0,9497$, которым определяется необходимость резервирования персонала, занятого в основном технологическом процессе.

Список литературы

1. Владимиров В.Н., Носов С. В., Магеря Л.Ф. Методика определения надежности водителя на перевозках горной массы // Горный журнал. Известия ВУЗов. –1992. №5. С. 67-72
2. Владимиров В.Н., Магеря Л.Ф., Бадалов В.В. К проблеме расчета надежности водителей автомобилей технологического транспорта // Горный журнал. Известия ВУЗов. –1995. №2. С. 96-100