

**Барашко О.Г., к.т.н., доцент, Кобринец В.П., к.т.н., доцент,  
Коровкина Н.П., к.п.н., доцент**  
**УО «Белорусский государственный технологический  
университет», Минск, Республика Беларусь**  
**АГРЕГИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В MES-СИСТЕМАХ**

В MES-системах (в отличие от SCADA) необходимость в частом обновлении информации о производстве отсутствует, т.е. часть ключевых показателей производства KPI (KeyPerformanceIndicators) может определяться с частотой раз в час или даже в смену. Однако предупреждения, извещающие о событиях, влекущих за собой значительные потери, должны приходить на АРМ максимально быстро.

В качестве одного из ключевых показателей эффективности используется ОЕЕ (OverallEquipmentEffectiveness) – общая эффективность оборудования:

$$OEE = A * P * Q \quad (1)$$

- A (Availability) – доступность;
- P (Performance) – производительность;
- Q (Quality) – качество.

Расчет доступности A, производительности P и качества Q отталкивается от учета двух временных факторов:

– планируемого производственного времени PPT (PlannedProductionTime):

$$PPT = POT - PSD \quad (2)$$

где: POT (PlantOperatingTime) – общее время работы предприятия; PSD (PlannedShutDown) – время плановых остановок, т. е. время, которое необходимо исключить из анализа эффективности, поскольку производство в этот момент невозможно.

– времени потерь (анализируются с целью их уменьшения или устранения): потери на остановки DTL (DownTimeLoss), потери в скорости SL (SpeedLoss) и потери в качестве QL (QualityLoss,).

1) Критерий доступности A определяется:

$$A = OT / PPT \quad (3)$$

Он анализирует потери на остановки DTL, включающие в себя любые внеплановые остановки, такие как поломки и отказы оборудования, остановки из-за дефицита сырья, отсутствия места для

складирования и т.п. Время переходов также является одной из форм простоя, но в большинстве случаев оно может быть сокращено. Рабочее время, оставшееся после учёта остановок, называется операционным временем OT (OperatingTime):

$$OT = PPT - DTL \quad (4)$$

2) Критерий производительности P определяется:

$$P = ICT / (OT/TP) \text{ или } P = (TP/OT) / IRR \quad (5)$$

где ICT (IdealCycleTime) – идеальное время цикла, т. е. теоретическое минимальное время, необходимое для выпуска единицы продукции; IRR (IdealRunRate) – идеальная норма производства, т. е. теоретически максимальное количество продукции, производимое в единицу времени и обратная ICT; TP (TotalPieces) – выпуск продукции, т.е. фактическое количество единиц продукции, выпущенное за операционное время OT.

Критерий производительности учитывает потери в скорости SL, которые включают в себя все факторы, вызывающие снижение рабочей скорости оборудования по сравнению с максимально возможной. Например, износ машин, использование некачественных материалов, неправильная подача материала, неэффективные действия оператора. Рабочее время, оставшееся после учёта потерь в скорости, называется чистым операционным временем NOT (NetOperatingTime).

$$NOT = OT - SL = PPT - DTL - SL \quad (6)$$

3) Критерий качества Q определяется:

$$Q = GP / TP \quad (7)$$

где GP (GoodPieces) – выпуск годной продукции, т. е. фактическое количество единиц годной продукции, выпущенное за операционное время OT.

Критерий качества учитывает потери в качестве QL, т.е. производство не соответствующей стандартам продукции. Рабочее время, оставшееся после учёта потерь в качестве, называется чистым производительным временем FPT (FullyProductiveTime).

$$FPT = NOT - QL = OT - SL - QL = PPT - DTL - SL - QL \quad (8)$$

При расчете ОЕЕ за основу примем промышленное предприятие полного цикла (две смены по десять часов). За 10 рабочих дней фиксировалось время простоев оборудования по любым причинам (таблица 1).

Таблица 1 – Простой и брак при выпуске продукции

День	1	2	3	4	5	
Простой (мин)	98	311	252	131	226	
Брак(т)	0	2	3,3	1,5	1,3	
Партия(т)	795	683	799	922	556	
Выработка(т)	795	681	795	920	554	
День	6	7	8	9	10	Всего
Простой (мин)	61	149	315	246	212	2001
Брак(т)	0	1	3,8	2	5	19,9
Партия(т)	737	911	645	646	662	7356
Выработка(т)	737	910	641	644	657	7334

В нашем примере РОТ будет равно рассматриваемому периоду умноженному на рабочее время обеих смен, то есть:  $10*10*2=200$  часов. Если учитывать плановые остановки в 1 час каждый день, то PSD будет равно:  $1*10=10$  часов. Тогда PPT= $200-10=190$  часов. Именно такое время предприятие предполагает потратить на производство продукции. Для нашего случая DTL=2001 мин. или 33.35 часа. Следовательно, OT= $190-33,35=156,65$ . Отсюда критерий доступности равен:  $A=156.65/190= 0,8245$  или 82.45%. Критерий производительности будет равен:  $P=(7356*1)/(156,65*60)=0.782$  или 72,8% для времени цикла 1 т/мин. Соответственно, критерий качества равен:  $Q=7334/7356=0.997$  или 99,7%. Таким образом общая эффективность будет равна:  $OEE=0.8245*0.782*0.997=0.643$  или 64,3%.

По мировому стандарту WorldClassManufacturing, рассчитываемые критерии должны быть:  $A \geq 90\%$ ,  $P \geq 95\%$ ,  $Q \geq 99\%$  и  $OEE \geq 85\%$ . По показателю Q уровень высокий (99,7%), но остальные показатели хуже, т.е. высокий уровень качества не гарантирует высокий уровень эффективности работы предприятия. Для повышения эффективности производства следует эффективно внедрять системы быстрой переналадки и автоматизированной системы сбора данных.