

**Систематизация показателей функционирования
производственных систем для их комплексного анализа
различными методами моделирования**

Новичихина Е.Р.

Белорусский национальный технический университет

В работе [1] предлагается концепция комплексного анализа производственных систем (ПС) одновременно несколькими, относительно простыми, универсальными, параметрически настраиваемыми моделями.

Встает вопрос выбора системы показателей функционирования ПС, в качестве исходных, промежуточных и выходных данных моделирующего комплекса.

С одной стороны система должна исчерпывающе описывать и характеризовать ПС, как объект технологии машиностроения, организации и планирования производства. С другой стороны, система должна обеспечивать возможность раздельного определения показателей различными методами моделирования с возможностью их согласования и обмена.

В работе [2] показано, что все анализируемые характеристики ПС, так или иначе, связаны с объемным балансом времени РП или изделия, а точнее – с долей полезной составляющей в нем.

Баланс РП j-го типа выглядит следующим образом:

$$T_{\text{вып}} = \Sigma T_{\text{зан}} + \Sigma T_{\text{о.р}} = \Sigma T_{\text{маш}} + \Sigma T_{\text{пр}} + \Sigma T_{\text{о.р}},$$

где $T_{\text{вып}}$ – время выполнения плановой программы выпуска и номенклатуры или годовой фонд рабочего времени оборудования, $\Sigma T_{\text{зан}}$ – суммарное время занятости РП выполнением заказов, $\Sigma T_{\text{о.р}}$ – суммарное время простоев РП в ожидании работы, $\Sigma T_{\text{пр}}$ – суммарное время простоев РП по различным причинам при наличие работы.

В свою очередь время занятости РП выполнением одного заказа (партии запуска):

$$T_{\text{зан}} = (T_{\text{маш}} + T_{\text{у.с}} + T_{\text{тр}}/Q_{\text{т}} + T_{\text{н}}/E_{\text{т.о}}) \cdot Q \cdot (1+B) + \Sigma T_{\text{снх}} + T_{\text{пер}} + \Sigma T_{\text{т.о}} + \Sigma T_{\text{о.о}} + \Sigma T_{\text{рем}} + \Sigma T_{\text{орг}},$$

где $T_{\text{у.с}}$ – неперекрываемая часть времени установки-снятия детали, $T_{\text{тр}}$ – неперекрываемая часть времени одного транспортирования, $Q_{\text{т}}$ – размер транспортной партии, $T_{\text{н}}$ –

неперекрываемая часть времени одной выдачи из накопителя, $E_{т.о}$ – емкость транспортной оснастки, Q – размер партии запуска, B – доля брака, $\Sigma T_{снх}$ – суммарное время простоев из-за отсутствия синхронизации (блокировки, голодания), $T_{пер}$ – неперекрываемая часть времени переналадки, $\Sigma T_{т.о}$ и $\Sigma T_{о.о}$ – суммарное время простоев при техническом и организационном обслуживании, $\Sigma T_{рем}$ – суммарное время простоев при ремонтах, $\Sigma T_{орг}$ – суммарное время организационных простоев.

Полезной составляющей в балансе выступает $T_{маш}$.

Такая форма представления баланса традиционна, имеет очевидный физический смысл, поддается прямому замеру (хронометражу и счету), наглядна (калькуляция).

Однако калькуляция не дает сопоставимой сравнительной оценки для разных ПС и разных РП в рамках одной ПС из-за их различия по $T_{вып}$. Кроме того, времена представлены на разных уровнях: одни относятся к каждой детали, другие – к содержимому транспортной оснастки, третьи – к транспортной партии, четвертые – к партии запуска, пятые – проявляются в течение всего периода функционирования. Статистический характер времен также различен (детерминированные, систематически изменяющиеся, чисто стохастические).

Поэтому для анализа потерь времени, а значит и выработки, удобно представить баланс в относительных единицах:

$$\Sigma K(i) = 1, \text{ или}$$

$$K_i + \Sigma K_{пр} + K_{о.р} = 1, \text{ или}$$

$$K_i + K_{у.с} + K_{тр} + K_n + K_{снх} + K_{пер} + K_{т.о} + K_{о.о} + K_{рем} + K_{орг} + K_{о.р} = 1,$$

где $K_{(i)} = \Sigma T_{(i)} / T_{вып} = (0,1)$ – интегральные коэффициенты нахождения РП в различных состояниях: работы (K_i) и простоев РП по различным причинам.

Такая система показателей с некоторыми вариациями (слиянием или расчленением коэффициентов) часто используется при полномасштабном моделировании ПС. В этом случае время моделирования $T_{мод}$ соответствует $T_{вып}$ или $T_{ф}$.

Однако и эта система показателей оказывается малоприменимой для концепции [1], когда различные простои определяются отдельно и разными методами моделирования. В этом случае интегральные коэффициенты не могут выступать в

качестве корректирующих поправок с обменом между моделями. С добавлением каждого нового учитываемого фактора увеличивается $T_{вып}$, а, следовательно, изменяются и все завязанные на него интегральные коэффициенты. Последние оказываются не автономными.

В нашем случае для сохранения сопоставимости и независимости от времени моделирования в установившемся режиме, поправки также должны оставаться показателями относительными. Однако, относительными не к переменной величине $T_{вып}$, а к какой-то детерминированной величине, присутствующей абсолютно у всех моделей. Т.е. нам необходимо перейти от коэффициентов типа «доля» в переменном целом к коэффициентам типа «довески» к постоянной основе. Такой основой может являться $T_{маш}$. Тогда поправочные коэффициенты будут выглядеть следующим образом:

$$K'(i) = \Sigma T(i) / \Sigma T_{маш},$$

где $K'(i) \geq 0$ – приведенные коэффициенты простоя РП по различным причинам. Физический смысл приведенного коэффициента: среднестатистическое время простоя по данной причине приходящееся на каждую единицу машинного времени работы РП.

Тогда баланс РП будет выглядеть следующим образом:

$$T_{вып} = \Sigma [T_{маш(k)} \cdot (1 + K'_{у.с} + K'_{тр} + K'_{н} + K'_{сн} + K'_{пер} + K'_{т.о} + K'_{о.о} + K'_{рем} + K'_{орг} + K'_{о.р}) \cdot Q_{(k)} \cdot (1 + B_{(k)})].$$

Литература

1. Новичихина, Е.Р. Концепция многомодельного параллельно-итерационного анализа производственных систем.
2. В кн.: Наука – образованию, производству, экономике: Материалы Третьей Международной научно-технической конф. / Ред. коллегия Б.М.Хрусталева, Романюк Ф.А., Калиниченко А.С. – Мн.: БНТУ, 2005. В 2 т. – Том 1. – С. 243 – 245.
3. Новичихина, Е.Р. Программный комплекс для моделирования производственных систем // Материалы научной конф. учащихся, студентов и аспирантов, посвященной 85-летию БНТУ. Минск, 15-17 ноября 2005 г. – Мн.: БНТУ, 2005. – с. 17-21.