СИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

УДК 519-711

И.Г. Оксанич, С.В. Кашуба

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА

Введение.

В управлении предприятием подсистема оперативно – диспетчерского управления производством (ОДУП) занимает центральное место, так как является основной функциональной подсистемой интегрированной системы управления предприятием, оказывающей наибольшее влияние на эффективность деятельности предприятия и служащей связующим звеном между всеми другими подсистемами [1].

Оперативно-диспетчерское управление представляет собой сочетание централизованного непрерывного контроля и оперативного регулирования хода производства с целью обеспечения равномерного и комплектного выполнения номенклатурного плана. Его основными функциями являются [2]:

– непрерывный учет текущей информации о фактическом ходе работ по выполнению установленного графика производства и сменно-суточных заданий;

– принятие оперативных мер по предупреждению и устранению отклонений от плана и различных перебоев в ходе производства;

– выявление и анализ причин отклонений от установленных плановых заданий и календарных графиков производства;

– координация текущей работы взаимосвязанных звеньев производства в целях обеспечения ритмичного хода работы по установленному графику;

– организационное руководство оперативной подготовкой регулярного обеспечения выполнения сменно-суточных заданий и календарных графиков производства.

Диспетчирование успешно служит поставленным целям при четкой организации оперативного планирования производства, непосредственным продолжением которого оно является, регулярности контроля и наблюдения за ходом производства, для чего необходима своевременная и точная оперативная информация о фактическом выполнении сменных заданий и планов-графиков выпуска продукции, а также обо всех неполадках, возникающих в процессе производства. Только при наличии актуальной и достоверной информации о состоянии производства можно ставить и решать задачи его оперативного управления. Поэтому актуальной является задача синтеза оптимальных управляющих воздействий на ход производства при возникновении нештатных ситуаций.

Постановка задачи.

В мелкосерийном производстве эффективность оперативного управления зависит от анализа текущей ситуации, который своевременно позволил бы генерировать оптимальные управляющие воздействия на производственный процесс. Для математического описания функционирования производственного участка следует разработать модель, которая бы позволила учитывать динамику функционирования участка и единообразно описать все множество свойств и состояний элементов производственного участка. Такой моделью может служить автоматная модель, которая будет использоваться для имитационного моделирования работы производственного участка. [3]

Математическая модель функционирования производственного участка.

Представим производственный участок как объект управления в виде кортежа:

$$P = \langle S, T, U, Y, \varphi, \eta \rangle, \tag{1}$$

где S – пространство состояний системы; T – множество моментов времени; U – множество управляющих воздействий (оперативное управление ресурсами, контроль и регулирование хода производства в течение временного интервала T); Y – множество выходных величин; $\varphi : T \times S \to S$ – переходная функция состояния (определяет изменение оперативного положения заказа на производственном участке в любой момент времени из множества T); $\eta : T \times S \to Y$ – выходное отображение, определяющее динамику выходных величин

ISSN 1562-9945

(количество изготовленных изделий в любой момент времени из множества T).

Эффективность функционирования производственного участка во многом зависит от состояния единиц оборудования, наличия заделов деталей и транспортных средств, осуществляющих транспортировку полуфабрикатов. Представим пространство состояний S производственной системы в виде кортежа, состоящего из параметров состояния единиц оборудования (ЕО) N, транспортных средств (ТС) R и параметров состояния заделов Z:

$$S = < N, R, Z >, \qquad (2)$$

Состояние единиц оборудования N определяется вектором:

$$N = (s_k^n, a_{ik}^n, q_{оч}^n, t_{ik_н}^n, t_{ikк}^n, t_{ф.пол}^n), \qquad (3)$$

где s_k^n - переменная, характеризующая состояние n-ой ЕО, со следующими допустимыми значениями: «ПР» – простой, «ОД» – обработка детали, «Н» – неисправно; a_{ik}^n - деталь i - го изделия к - того типа, обрабатываемый на n - ой ЕО (когда она находится в состоянии «ОД»); $q_{оч}^n$ - количество деталей в очереди к n -ному станку (когда он находится в состоянии «ПР» или «Н»); $t_{ik_н}^n$ - время начала обработки к - той детали i - того изделия на n - ой ЕО; $t_{ik_к}^n$ - время окончания обработки детали на n - ой ЕО; $t_{ф.пол}^n$ - время фиксации поломки.

С учетом введенных выше обозначений математическую модель функционирования единицы оборудования можно представить с использованием теории автоматов в следующем виде:

$$A = \left\{V^n, S^n, Y^n, P^n\right\}, \qquad (4)$$

где $V^n = \left\{v^n\right\}$ – множество входных сигналов (под входными сигналами автомата подразумеваем сигналы, отмечающие выполнение очередного этапа цикла функционирования единицы оборудования: окончание обработки партии деталей, поступление новой партии, поломка станка); $S^n = \left\{s^n\right\}$ - множество состояний; $Y^n = \left\{q_{обр}^n\right\}$ – множество выходов (количество обработанных деталей n - ным станком); $P^n = f\left\{S^n, V^n\right\}$ - функция переходов – определяет новое

ISSN 1562-9945

состояние при текущей комбинации имеющегося состояния и нового входного сигнала.

Определим набор входных сигналов автомата: $v^{n}_{ок.обр}$ - окончание обработки партии деталей; $v^{n}_{н.нп}$ - поступление новой партии деталей на обработку; $v^{n}_{н}$ - выход из строя по причине неисправности.

Поскольку указанные события (за исключением выхода из строя) происходят циклически, в каждый момент времени истинным может быть только один входной сигнал. Сигнал неисправности должен играть роль запрета и выводит данный экземпляр автомата из списка действующих.

Определим далее функцию переходов $P^{n} = f(S^{n}, V^{n})$ автоматной модели функционирования ЕО, как набор преобразований, каждое из которых определяет изменение состояния модели ЕО после определённого события, причем отсутствие одной из переменных при описании состояния обозначим 0.

После простоя в ожидании поступления новой партии деталей $(v^{n}_{н.нп} = 1)$, станок переходит к обработке детали «ОД» и состояние модели N изменяется следующим образом:

$$N(t) = ("ОД", a^{n}_{ik}(t), q^{n}_{оч}(t-1), t^{n}_{ikн}, 0, 0). \qquad (5)$$

После того, как станок обработал деталь $(v^{n}_{ок.обр} = 1)$ и простаивает в ожидании поступления новой партии деталей, состояние N изменяется следующим образом:

$$N(t) = ("ПР", a^{n}_{ik}(t-1), q^{n}_{оч}, 0, (t-1)^{n}_{ikк}, 0). \qquad (6)$$

После того, как была обнаружена неисправность единицы оборудования N $(v^{n}_{н} = 1)$, ее состояние изменяется следующим образом:

$$N(t) = ("Н", a^{n}_{ik}(t-1), q^{n}_{оч}(t-1), 0, 0, t^{n}_{ф.пол}). \qquad (7)$$

Совокупность выражений (5)-(7) определяет функцию переходов автоматной модели для единицы оборудования.

Состояние задела Z определяется вектором $Z = (s^{Z}, q^{z}_{дет}, t^{z}_{прол})$, где s^{z} - переменная оценки состояния данного задела, со следующими допустимыми значениями: «НЗ» – наличие деталей в заделе, «ОЗ» - отсутствие задела, кроме того состояние задела напрямую зависит от состояния станков, стоящих в производственной линии до и после

ISSN 1562-9945

задела, поэтому для отслеживания динамики задела добавим следующие переменные оценки состояния: «НП» - неисправность предыдущего станка, «НС» - неисправность следующего станка; $q^{z}_{дет}$ - количество деталей в заделе, $t^{z}_{прол}$ - время пролеживания деталей.

В соответствии с этим описанием математическая модель функционирования задела определяется выражением:

$$A^{z}=\left\{V^{z},S^{z},P^{z}\right\}, \qquad (8)$$

где $V^{z}-$ множество входных сигналов, определяемых сменой состояния задела; $Z=\left\{s^{z}\right\}$ - множество состояний; $Y^{z}=\left\{q^{z}_{оч}\right\}-$ множество выходов, $P^{n}=f\left\{S^{n},V^{n}\right\}$ - функция переходов.

Определим набор входных сигналов данного автомата: $v^{z}_{ок.обр}$ - поступление детали в задел после окончания обработки на предыдущем станке; $v^{z}_{п.обр}$ - поступление детали на обработку из задела; $v^{z}_{н}$ - выход из строя станка.

Определим функцию переходов P^{z}:

- после того, как была окончена обработка детали n - ным станком деталь поступает в задел $(v^{z}_{ок.обр}=1)$, состояние задела Z изменяется следующим образом:

$$Z(t)=(\text{"}НЗ\text{"}, q^{z}_{дет}(t), t^{z}_{прол}); \qquad (9)$$

- после того, как детали из задела поступают в очередь на обработку $(v^{z}_{п.обр}=1)$, состояние задела изменяется следующим образом:

$$Z(t)=(\text{"}ОЗ\text{"}, q^{z}_{дет}(t-1), t^{z}_{прол}(t-1)); \qquad (10)$$

- после того, как была обнаружена неисправность станка, находящегося в линии перед заделом $(v^{z}_{н}=1)$, состояние изменяется следующим образом:

$$Z(t)=(\text{"}НП\text{"}, q^{z}_{дет}(t-1), t^{z}_{прол}(t-1)); \qquad (11)$$

- после того, как была обнаружена неисправность предыдущего станка $(v^{z}_{н}=1)$, состояние изменяется следующим образом:

$$Z(t)=(\text{"}НС\text{"}, q^{z}_{дет}(t+1), t^{z}_{прол}(t+1)). \qquad (12)$$

Совокупность выражений (9)-(12) является функцией переходов автоматной модели для объекта задел.

Состояние транспортных средств R определяется вектором: $R=(s^{R},q^{R}_{тр.дет,}t^{R}_{н.тр.оп},t^{R}_{ок.тр.оп})$, где s^{R} - переменная оценки состояния j-го транспортного средства, со следующими допустимыми значениями: «ПР» – простой, «ВТР» - выполняет транспортировку, «Н» - неисправно; $q^{R}_{тр.дет}$ - количество деталей, транспортируемых j –тым ТС; $t^{R}_{н.тр.оп}$ - время начала транспортной операции; $t^{R}_{ок.тр.оп}$ - время окончания транспортной операции. Математическая модель функционирования транспортного средства определяется выражением:

$$A^{R}=\left\{V^{R},S^{R},P^{R}\right\}, \qquad (13)$$

где V^{R} – множество входных сигналов, определяемых сменой состояния ТС; S^{R} - множество состояний j – го ТС; $P^{R}=f\left(S^{R},V^{R}\right)$ - функция переходов.

Определим набор входных сигналов данного автомата: $\upsilon^{R}_{тр}$ - заявка на транспортировку деталей; $\upsilon^{R}_{н}$ - выход ТС из строя; $\upsilon^{R}_{ок.тр}$.- сигнал о завершении транспортной операции.

Определим функцию переходов автоматной модели функционирования ТС:

После выполнения транспортных операций ($\upsilon^{R}_{ок.тр}$=1) состояние j –го транспортного средства изменяется следующим образом:

$$R(t)=("ПР",0,0,t^{R}_{ок.тр.оп}). \qquad (14)$$

После того, как была получена заявка на выполнение транспортных операций ($\upsilon^{R}_{тр}$=1) состояние j –го транспортного средства изменяется следующим образом:

$$R(t)=("ВТР",q^{R}_{тр.дет}(t),t^{R}_{н.оп.тр},0). \qquad (15)$$

При поступлении сигнала о неисправности ($\upsilon^{R}_{н}$=1) j –го транспортного средства его состояние изменяется следующим образом:

$$R(t)=("H",q^{R}_{тр.дет}(t-1),t^{R}_{н.тр.оп}(t-1),t^{R}_{ок.тр.оп}(t-1)). \qquad (16)$$

 ISSN 1562-9945

Совокупность выражений (14)-(16) является функцией переходов автоматной модели для транспортного средства.

Выводы.

Разработанная математическая модель функционирования производственного участка отличается от существующих применением автоматного описания состояний и процессов производственного участка с учетом временных и технологических параметров. Модель может быть использована как основа для имитационного моделирования функционирования пориизводственного участка и синтеза оперативных управляющих решений по регулированию хода производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бигель Дж. Управление производством. Количественный подход / Бигель Дж. – М.: Мир, 1973.– 343 с.
2. Горшков А.Ф.Компьютерное моделирование менеджмента: [учебное пособие] / Евтеев Б.В., Коршунов В.А. и др. . – М. Издательство «Экзамен», 2004.– 528 с.
3. Анализ задач оперативного планирования и диспетчерского управления в мелкосерийном производстве: збірник тез доповідей до Міжнародної конференції [«Дні науки»], (Запоріжжя, 11-17 жовтня, 2007) / М-во осв. і науки України, Запорізький гуманітарний університет «ЗІДМУ.– Запоріжжя, 2007.– 184 с.

Получено 15.06.2009г.