

РАЗРАБОТКА АВТОМАТНОЙ МОДЕЛИ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧАСТКА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Кириченко В.М., группа ИУС-06м

Руководитель: доц. Орлов Ю.К.

Перспективным направлением развития машиностроения является комплексная автоматизация производства, разработка и внедрение гибких автоматизированных производств (ГАП), которые включают на первом этапе гибкие производственные системы (ГПС), создаваемые на базе оборудования с ЧПУ, роботов - манипуляторов, управляемых от ЭВМ, а при дальнейшем развитии полностью автоматизированные производства [1].

Выполненный анализ показал, что из множества создаваемых ГАП наибольшее распространение получили гибкие автоматизированные участки (ГАУ), в состав которых входят гибкие производственные модули (ГПМ), система обеспечения функционирования, автоматизированная транспортно-складская система (АТСС), система управления (СУ ГАУ).

Для моделирования типовых элементов ГАУ выбран автоматный метод [2]. Его преимущества по сравнению с традиционным имитационным моделированием - простота и наглядность отображения функций исследуемого объекта и возможность получения аналитического описания. Далее под автоматом будем понимать некоторый объект, обладающий внутренним состоянием и способный воспринимать входной сигнал и выдавать выходной. Изменение состояний автомата и выдача выходных сигналов происходит лишь в дискретные моменты времени с интервалом Δt , начальное состояние автомата является строго закрепленным. Входной сигнал участвует лишь в формировании внутреннего состояния автомата, значение выходного сигнала зависит от значения входного сигнала только через изменение внутреннего состояния автомата. Выходные сигналы могут быть как скалярными, так и векторными величинами, принимающими разные значения: двоичные, целые и действительные десятичные.

С использованием методов теории автоматов разработаны математические модели типовых компонентов ГАУ: гибкого производственного и транспортного модулей, автоматизированного склада, системы управления ГАУ, алгоритмы и программная реализация на ПЭВМ указанных моделей. На рис. 1. показана модель работы гибкого производственного модуля.

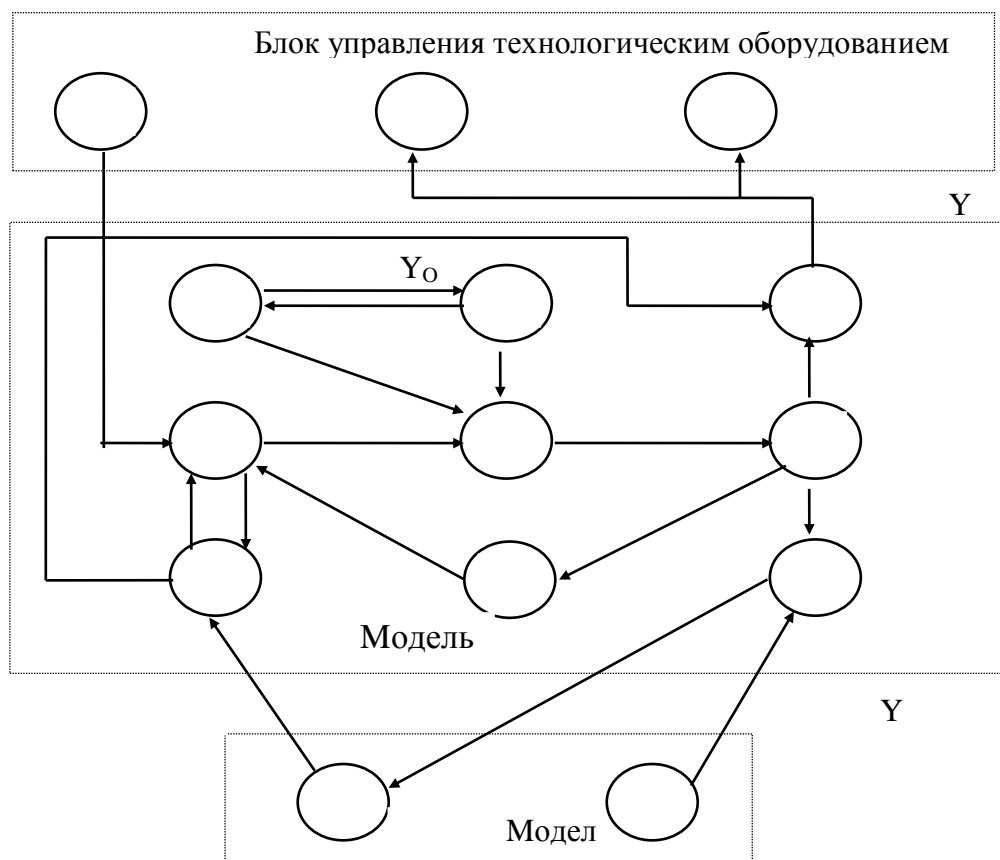


Рисунок 1- Модель работы гибкого производственного

Автомат N_Z - это количественная характеристика, определяющая состояние накопителей заготовок. Состояние этого автомата $N_Z(t+\Delta t)$ для каждого последующего момента времени $(t+\Delta t)$ определяется выражением:

$$N_Z(t + \Delta t) = N_Z(t) + Y_{FT}(t) - Y_{R1}(t), \quad (1)$$

где $Y_{FT}(t)$ - выходной сигнал автомата F_T модели автоматизированного транспорта, обозначающий число заготовок в обрабатываемой партии; $Y_{R1}(t)$ - выходной сигнал автомата R_1 . Начальное состояние автомата $N_Z(0)=0$. Выходной сигнал $Y_{NZ}(t)$ отражает число

оставшихся в накопителе заготовок: $Y_{NZ}(t)=N_Z(t)$. Этот сигнал является векторной величиной и отражает: Y_{NZ}^1 - тип заготовок; Y_{NZ}^2 - количество заготовок; Y_{NZ}^3 - количество выполняемых операций.

Автомат R_1 моделирует захват промышленным роботом заготовки из накопительного устройства, ее транспортировку к станку и установку в зону обработки. Состояние $R_1(t)$ - промежуток времени, оставшийся до момента окончания установки и закрепления заготовки в патроне станка, начиная с момента времени t . Для каждого последующего момента времени $t+\Delta t$ состояние автомата будет равно :

$$R_1(t+\Delta t)=\{1-\delta [R_1(t), \Delta t]\}[R_1(t)-\Delta t]+\delta [Y_{CM}(t), 1]\{Y_{R3}(t)+\delta [R_1(t), 0]\}\delta [Y_{NZ}(t), 1](T_{B3}+T_{TP}+T_{3AKP}),$$

(2)

где $\delta(a, b)$ - единичная функция, принимающая, в зависимости от величины параметров a и b , значение нуля и единицы:

$$\delta(a, b) = \begin{cases} 1, & \text{если } a \leq b, \\ 0, & \text{если } a > b, \end{cases}$$

(3)

$Y_{CM}(t)$ - выходной сигнал автомата C_M системы управления, разрешающий обработку партий деталей; $Y_{R3}(t)$ - выходной сигнал автомата R_3 ; T_{B3} - время захвата заготовки из накопителя; T_{TP} - время транспортировки заготовки в зону обработки; T_{3AKP} - время закрепления заготовки в патрон станка.

Выходной сигнал $Y_{R1}(t)=1$ выдается автоматом R_1 , если закрепление заготовки в патрон станка произойдет в течение следующего такта времени:

$$Y_{R1}(t)=\delta [R_1(t), \Delta t]\{1-\delta [R_1(t), 0]\}$$

(4)

Автомат Q моделирует обработку заготовки на станке. Состояние автомата $Q(t)$ - промежуток времени, оставшийся до момента окончания обработки заготовки на станке, начиная с момента времени t . Для каждого $t+\Delta t$:

$$Q(t+\Delta t)=\{1-\delta [Q(t), \Delta t]\}[Q(t)-\Delta t]+\delta [Q(t), 0]Y_{R1}(t)^*$$

$$*Y_{OM1}(t)[1-Y_{OM2}(t)]T_{OBR},$$

(5)

где T_{OBR} - время обработки заготовки на станке; $Y_{OM1}(t)$ - выходной сигнал автомата O_{M1} , разрешающего обработку деталей на станке; $Y_{OM2}(t)$ - выходной сигнал автомата O_{M2} , блокирующего обработку деталей из-за поломки оборудования. Выходной сигнал $Y_Q(t)=1$ выдается автоматом Q , если обработка завершается в течение следующего такта, т.е. $0 \leq Q(t) \leq \Delta t$:

$$Y_Q(t) = \delta [Q(t), \Delta t] \{1 - \delta [Q(t), 0]\}$$

(6)

Автомат R_2 моделирует захват промышленным роботом (ПР) детали, освобождение из патрона, транспортировку к накопителю деталей и укладку в накопительное устройство. Состояние $R_2(t)$ - промежуток времени, оставшийся до окончания всех этих функций ПР, начиная с момента времени t . Для $t + \Delta t$:

$$R_2(t + \Delta t) = \{1 - \delta [R_2(t), \Delta t]\} [R_2(t) - \Delta t] + Y_Q(T_{ЗАХВ} + T_{ТР} + T_{ОСВ}),$$

(7)

где $Y_Q(t)$ - выходной сигнал автомата Q ; $T_{ЗАХВ}$ - время захвата детали ПР; $T_{ТР}$ - время транспортировки детали от станка к накопителю деталей; $T_{ОСВ}$ - время, затраченное на освобождение и укладку детали в накопительное устройство.

Выходной сигнал автомата R_2 :

$$Y_{R2}(t) = \delta [R_2(t), \Delta t] \{1 - \delta [R_2(t), 0]\}$$

(8)

Автомат R_3 моделирует перемещение схвата ПР от накопителя деталей к накопителю заготовок. Состояние $R_3(t)$ - это интервал времени, оставшийся до момента захвата очередной заготовки:

$$R_3(t + \Delta t) = \{1 - \delta [R_3(t), \Delta t]\} [R_3(t) - \Delta t] + Y_{R2}(t)T_{ХОД},$$

(9)

где $T_{ХОД}$ - время перехода схвата ПР от накопителя к накопителю.

Выходной сигнал автомата R_3 :

$$Y_{R3}(t) = \delta [R_3(t), \Delta t] \{1 - \delta [R_3(t), 0]\}$$

(10)

Автомат N_D - количественная характеристика, определяющая

состояние накопителя деталей :

$$N_D(t+\Delta t)=[N_D(t)+Y_{R2}(t)][1-Y_{MP}(t)], \quad (11)$$

где $Y_{MP}(t)$ - выходной сигнал автомата M_P транспортного и складского модуля ГАУ. Начальное состояние автомата $N_D(0)=0$. Выходной сигнал равен числу обработанных деталей, т.е.: $Y_{ND}(t)=N_D(t)$. Выходной сигнал автомата N_D является векторной величиной; Y_{ND}^1 - типы деталей; Y_{ND}^2 - количество деталей в партии; Y_{ND}^3 - число выполненных технологических операций.

Автомат O_{M1} генерирует время исправного состояния оборудования ГПМ. Состояние автомата $O_{M1}(t)$ это промежуток времени, оставшийся до выхода из строя оборудования, начиная с момента времени t . Для каждого последующего момента времени $t+\Delta t$ состояние автомата O_{M1} будет равно :

$$O_{M1}(t+\Delta t)=\{1-\delta [O_{M1}(t), \Delta t]\}[O_{M1}(t)-\Delta t]+\delta [O_{M1}(t), 0][1-Y_{OM2}(t)]T_{И}, \quad (12)$$

где $Y_{OM2}(t)$ - выходной сигнал автомата O_{M2} ; $T_{И}$ - случайная величина, определяющая длительность исправного состояния оборудования ГПМ. Выходной сигнал $Y_{OM1}(t)$ равен 1, если оборудование исправно и равен 0, если поломка оборудования произойдет в течение следующего такта времени :

$$Y_{OM1}(t)=1-\delta [O_{M1}(t), \Delta t] \quad (13)$$

При этом единичное значение $Y_{OM1}(t)$ разрешает начало обработки очередной детали автоматом Q .

Автомат O_{M2} генерирует время проведения ремонта оборудования. Состояние автомата $O_{M2}(t)$ означает промежуток времени, оставшийся до окончания устранения неисправности, начиная с момента времени t . Для каждого последующего момента времени $t+\Delta t$ состояние этого автомата будет равно:

$$O_{M2}(t+\Delta t)=\{1-\delta [O_{M2}(t)]\}[O_{M2}(t)-\Delta t]+\delta [O_{M2}(t), 0][1-Y_{OM1}(t)]T_P, \quad (14)$$

где $Y_{OM1}(t)$ - выходной сигнал автомата O_{M1} ; T_P - случайная величина,

определяющая длительность устранения неисправности (ремонта) оборудования ГПМ. Выходной сигнал $Y_{OM2}(t)=0$, если оборудование исправно и становится равным 1, если произошла поломка и требуется проведение ремонта:

$$Y_{OM2}(t)=\delta [O_{M2}(t), \Delta t], \quad (15)$$

При этом единичное значение $Y_{OM2}(t)$ блокирует начало обработки очередной детали автоматом Q.

В работе принято, что величины, определяющие длительности исправного состояния ($T_{и}$) и устранения неисправности ($T_{р}$) оборудования, имеют экспоненциальный закон распределения и задаются средним временем наработки на отказ и средним временем восстановления.

Автомат H генерирует сигнал об окончании обработки на ГПМ очередной партии деталей. Состояние автомата H в каждый момент времени $t+\Delta t$:

$$H(t+\Delta t)=Y_{R2}(t)\delta [Y_{NZ}(t), 0], \quad (16)$$

где $Y_{R2}(t)$ - выходной сигнал автомата R_2 , моделирующего установку обработанной детали в накопитель; $Y_{NZ}(t)$ - выходной сигнал автомата N_Z , моделирующего состояния накопителя заготовок. Величина $H(t+\Delta t)=1$, когда накопитель заготовок пуст и обработана последняя деталь и нулевое значение в остальных случаях. Выходной сигнал $Y_H(t)$ данного автомата совпадает с его состоянием, т.е. $Y_H(t)=H(t)$.

Разработанная математическая модель позволяет описать работу гибкого производственного модуля с учетом параметров и временных характеристик оборудования, производственной программы и взаимодействия с другими компонентами ГАУ. Аналогично разработаны математические модели работы других компонентов ГАУ: транспортного модуля, автоматизированного склада и системы управления всем гибким автоматизированным участком.

На основании математических моделей разработаны алгоритмы и пакет программ моделирования работы гибкого автоматизированного участка с

произвольной структурно-компоновочной схемой. Математические модели ГАУ используются в системе управления ГАУ для формирования эффективных расписаний, а также - для проведения вычислительных экспериментов при проектировании и эксплуатации системы, что в конечном итоге повышает эффективность функционирования ГАУ.

Перечень ссылок

1. Суслов А.Г. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 457 с.
2. Калинин О.М. и др. Моделирование гибких производственных систем.- К.: Техника, 1999. - 178 с.

