

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ МЕХАНО-СБОРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

© 2003 С.А. Никищенко

Самарская государственная академия путей сообщения

Рассматриваются теоретические вопросы описания и обнаружения дефектов в потоке технологических операций механо-сборочных производств с помощью операторных моделей параллельных процессов. Приводятся примеры решения задач оперативного контроля производственного процесса с помощью схем программ, спусковых функций, информационно-логических схем и счётчиковых сетей.

Постановка задачи

Оперативный контроль технологических процессов (ТП) с целью проверки правильности функционирования и своевременного обнаружения дефектов в работе является одним из важнейших требований к механо-сборочным производствам сложных и ответственных узлов и агрегатов. Это обусловлено следующими причинами:

- высокой концентрацией производственно-технологических ресурсов,
- большим числом причин, многообразием проявлений и высокой интенсивностью потока дефектов,
- накопительным характером последствий дефектов в процессе сборки и значительными потерями ресурсов при необнаружении или несвоевременном обнаружении дефектов,
- изменениями в условиях производства в течении его жизненного цикла.

В частности, в сфере железнодорожного транспорта в связи с постоянным ростом объемов ремонтно-восстановительных работ подвижного состава и технических устройств станций актуальным является обеспечение эффективности оперативного контроля процессов сборки-разборки узлов и агрегатов в цеховых и полигонных условиях [1, 2].

В таблице 1 приведена классификация дефектов в работе механо-сборочного производства.

На современном этапе при организации систем контроля ТП необходимо учитывать постоянные изменения в них, которые связа-

ны со стремлениями руководителей или собственников к достижению целей, определяющих те или иные производственные стратегии – экономические: максимальная производительность, загрузка соответственно сбыту или наличию входных материалов, минимальная производительность, равномерная загрузка и т.д.; и технические: опытный пуск и испытания, оптимизация производственного цикла, диспетчеризация по производственно-техническим условиям (группировка, дополнительная задача, перепоручение и т.д.), изменение в составе и функциях оборудования (отказ, деградация, расширение, сужение, замена, перепрограммирование). Все это приводит к структурно-временному перераспределению операций по рабочим местам, т.е. к параллельной реконфигурации [3]. К другим причинам изменения степени параллелизма в ТП следует отнести асинхронность выполнения операций на рабочих местах и конвейеризацию процесса в целом при серийном производстве.

Оперативный контроль целесообразно осуществлять на уровне укрупненных базовых технологических операций, поскольку на нем:

- обеспечиваются достаточная оперативность обнаружения дефектов и низкий уровень потерь информационно-материальных ресурсов,
- определяются операционный состав и логическая обусловленность ТП, а также его адаптация к изменяющимся условиям производства,

Таблица 1. Виды дефектов в механо-сборочном производстве

Классификация	Виды						
	Документация	Комплекующие	Инструмент	Оборудование	Персонал	Руководство	Условия производства
По причинам	Человеческий фактор	Качество материалов	Сбои и отказы оборудования	Ошибки управления	Воздействия внешней среды		Физическое и моральное старение ресурсов
По местоположению	Приемка заготовок и инструмента		Рабочие места	Коммуникации	Управление (диспетчеризация)		Приемка готовой продукции
По последствиям	Искажение промежуточных результатов		Дефектный или неработоспособный агрегат		Отказ (останов) части производства		Отказ всего производства

- проявляются преимущества функционально-ориентированных методов диагностики в отношении к структурным методам [4].

Формальный подход к задачам оперативного контроля производств

Обобщенные условия правильного функционирования производственной системы могут быть представлены путем интерпретации фундаментальных свойств алгоритмических систем в виде требований к дискретным процессам обработки. Соответственно невыполнение этих условий (т.е. исключение из правил) задает достаточно полный список признаков дефектов в таблице 2 [3, 4].

В целом описание ТП включает вид и характеристики конечной продукции; промежуточное состояние на этапах процесса; состав, характеристики и порядок операций; оборудование и ресурсы (материальные, информационные, временные и т.д.). К характеристикам технологической операции относятся тип, принадлежность к рабочему месту, вид преобразования (функция), входные и выходные информационно-материальные носители, временные параметры, отношения (связи) с другими операциями, параметры управления (порядок, регламент и признаки начала и окончания).

Формальное описание процесса механической обработки и сборки (в общем случае – любого дискретного ТП) решает 2 базовых задачи контроля – задачу нахождения однозначного и полного соответствия между материальным базисом процесса (перечнем материалов, заготовок, инструмента, оснастки, оборудования, операций, допустимых и требуемых физических величин измерений и т.д.) и информационным базисом модели (операторами, переменными, логическими условиями), а также задачу алгоритмизации – установления логически-обусловленного порядка на множестве операций, приводящего к получению результата (собранного агрегата) при допустимых вариациях исходных материалов и комплектующих.

Определим поток операций как теоретико-множественное представление совокупности операций, принадлежащих одной технологии механической обработки деталей и последующей сборки (производственному циклу), распределенных в наборе производственных рабочих мест и рассматриваемых в контролируемый период времени. Введем следующие обозначения:

- A_t^r - подмножество операций, относящихся к t -й технологии механической обработки и сборки и выполняемых в момент t ;

- $A_{i,t,n}$ - i -я операция (обработка заготов-

Таблица 2. Условия правильного функционирования и признаки дефектов на системном уровне

№	Условия правильного функционирования	Признаки дефектов
1	Процесс избирателен: определен на конечном множестве операций и условий	Выполняется операция не из заданного допустимого множества
2	Процесс упорядочен: задан технологией, алгоритмом или иным методом	Нарушен порядок и логика выполнения операций
3	Процесс результативен: приводит к требуемому преобразованию исходных материалов в конечную продукцию	Операции не приводят к результату
4	Процесс своевременен: имеет начало и предельные времена выполнения операций, этапов и всей технологии	В течение заданного контрольного времени не выполняется операция, этап или технология

ки, сборка, разборка и т.д.), выполняемая в момент t на n –м рабочем месте;

- $A_{i,t,n}(P_j)$ - операция по проверке логического условия (измерение, калибровка, проверка);

- inA_i и $outA_i$ - входные и выходные информационно-материальные носители операции;

- fA_i и tA_i - преобразование, выполняемое операцией, и время ее выполнения;

- A_t^z - подмножество операций, запускаемых в момент t ;

- A_t^r - подмножество операций, “готовых” для выполнения по условиям наличия всех аргументов и ресурсов.

При такой постановке оперативный контроль ТП сводится к задачам централизованного или локального контроля соотношений между событиями в потоке технологических операций. Для ряда задач эффективным представляется использование параллельных моделей ТП в виде операторных схем, а также их распараллеленных форм (в первую очередь параллельных граф-схем алгоритмов, спусковых функций, информационно-логических схем, счётчиковых сетей) [5-10]. В этом случае те знания об объекте контроля, которые дают его формальные представления в виде параллельных моделей и пооперационные исследования внутреннего параллелизма множества его правильных процессов, используются для описания, обнаружения и предотвращения последствий дефектов.

Применение параллельных моделей в

задачах контроля ТП выполняется по следующей технологии:

-выбор диагностической модели, т.е. совокупности функциональной схемы ТП и списка дефектов в виде формальных соотношений;

- разработка алгоритмов обнаружения дефектов;

- разработка системы контроля (выбор способа съема диагностических признаков, организационно-техническая реализация и программирование диагностического процессора);

- выполнение мероприятий по обеспечению эффективности контроля (определение зоны контроля, модификация диагностической модели и др.).

Применение теоремы Бернштейна – Рассела – Нариньяни

Параллельное (независимое, асинхронное) выполнение операторов в формальных моделях (на практике - технологических операций одного или разных ТП) пределяется теоремой Бернштейна – Рассела – Нариньяни об отсутствии конкуренционных зависимостей между ними [6, 7]:

$$(inA_i \cup outA_j)U(inA_j \cup outA_i)U(outA_i \cup outA_j) = 0.$$

В отличие от вычислительных систем, допускающих одновременное чтение одних данных разными операторами без разруше-

ния памяти, в производственно-технологических системах такой вид конкурентной зависимости должен также учитываться, что приводит к дополненной теореме:

$$(inA_i \cup inA_j) \cup (inA_i \cup outA_j) \cup (inA_i \cup outA_j) \cup (outA_i \cup outA_j) = 0. \quad (1)$$

Перспективным представляется рассмотрение теоремы (1) с точки зрения диагональности – как условия правильности функционирования (УПФ), переход от которого к признакам дефекта (ПД) осуществляется по принципу исключения из правил. При этом производится оценка последствий невыполнения условий независимости входных и выходных переменных для двух параллельно выполняемых операторов схемы. Для технологического процесса механической обработки и сборки выражение (1) означает асинхронное неупорядоченное (возможно одновременное) использование элементов материального базиса - материалов, заготовок, инструмента, оснастки, оборудования, т.е. возможно конфликтную ситуацию, распознавание и недопущение которой является одной из задач контроля.

В таблице 3 приведены варианты сочетания выполнения (невыполнения) условий непересечения кортежей переменных для каждого из четырех членов в формуле (1). Например, вариант с номером 1000 соответствует случаю, когда пересекаются только входные кортежи операторов. Типичной производственной аналогией является такая, когда операции на разных рабочих местах используют одну и ту же оснастку (или другой элемент информационно-материального базиса), и перехват ее осуществляется той операцией, которая начинает выполняться первой. Тем самым вторая задерживается (невыполняется) и т.д., что приводит к искажению правильного ТП.

Невыполнение условий по (1) приводит к возникновению комбинаций таких дефектов на технологическом уровне, как перехват, подмена (одного промежуточного результата сборки другим) и отсутствие эле-

мента материального базиса. Последний дефект связан с тем, что вид зависимости, описываемый двумя средними членами выражения (1), требует обязательного следования одного оператора (операции) за другой, поскольку результат одного является аргументом другого.

Теорема (1) является универсальным формализмом для контроля параллельных операций сборки изделий, обнаружения дефектов и разрешения локальных конфликтов при совместном доступе и использовании материального базиса производства.

Операторные схемы процессов сборки

Для контроля потока операций и ТП в целом используются операторные схемы, примеры которых приведены на рис. 1.

Операторная схема представляет в символическом (закодированном) виде совокупность операций $A_1 - A_{15}$ (две из них – A_8 и A_9 проверяют значение логических условий P_1 и P_2), кортежей входных и выходных переменных операторов, например: $inA_6 = a, b$; $outA_6 = f$, передачу переменных между операторами и логику выполнения операторов при их циклическом повторении и альтернативном выполнении. Например, операторы $A_1 - A_5$ соответствуют входной приемке деталей и комплектующих a, b, c, d, e ; A_6, A_9, A_{12}, A_{14} - циклической обработке (подгонке) сборочного узла f с проверкой условия P_2 и передачей f на операцию завершающей сборки агрегата A_{13} ; A_8 проверяет e на условие P_1 и обеспечивает альтернативную передачу на A_{13} ; операция A_{15} соответствует техническому контролю сборки.

Операторная схема является основой для алгоритмизации - структурно-временного распределения операций в параллельной системе обработки. Параллельная граф-схема алгоритма на рис. 1, 2 задает последовательности выполнения операций сборки на двух рабочих местах.

Спусковые функции [6,7] представляют собой конечный предикат над множеством операторов и логических условий в схеме (включая в общем случае дополнительные,

Таблица 3. Интерпретация дефектов в параллельных технологических операциях с применением теоремы Бернштейна-Рассела-Нариньяни

0 0 0 0 Нет дефектов		1 0 0 0 Перехват	
0 0 0 1 Подмена		1 0 0 1 Перехват с подменой	
0 0 1 0 Отсутствие		1 0 1 0 Перехват и отсутствие	
0 0 1 1 Подмена и отсутствие		1 0 1 1 Перехват, отсутствие и подмена	
0 1 0 0 Отсутствие		1 1 0 0 Перехват и отсутствие	
0 1 0 1 Подмена и отсутствие		1 1 0 1 Перехват, отсутствие и подмена	
0 1 1 0 Взаимное отсутствие		1 1 1 0 Перехват и взаимное отсутствие	
0 1 1 1 Подмена и взаимное отсутствие		1 1 1 1 Перехват, взаимное отсутствие и подмена	

учитывающие историю процесса) и задают максимально параллельный асинхронный процесс (для класса так называемых “свободных” схем), обеспечивая запуск операторов по мере готовности их входных аргументов. Приведенный на рис. 1, 3 граф описывает такое управление, при этом используется два типа логики – И и Исключающее ИЛИ. На рисунке символы И приняты по умолчанию и не показаны, Исключающее ИЛИ обозначено \oplus . Например, для оператора A_{13} условие запуска будет следующим:

$$C_{13} := A_9 (P_2^1) \& A_{10} \& (A_8 (P_1^1) \oplus A_{11}) \Rightarrow A_{13}. (2)$$

Содержательно это условие читается следующим образом: “если выполнен A_9 со значением $P_2 = 1$ и выполнен A_{10} и выполнены либо A_8 со значением $P_1 = 1$, либо A_{11} , то запускается A_{13} ”. Управление по спусковым функциям в вычислительных системах предполагает наличие соответствующей архитектуры и механизмов управления, а в производственно-технологических часто используется в качестве элемента повышения интенсивности производства.

В работах [3,10] доказано, что для целей диагностики реконфигурируемых параллельных систем целесообразно и эффективно

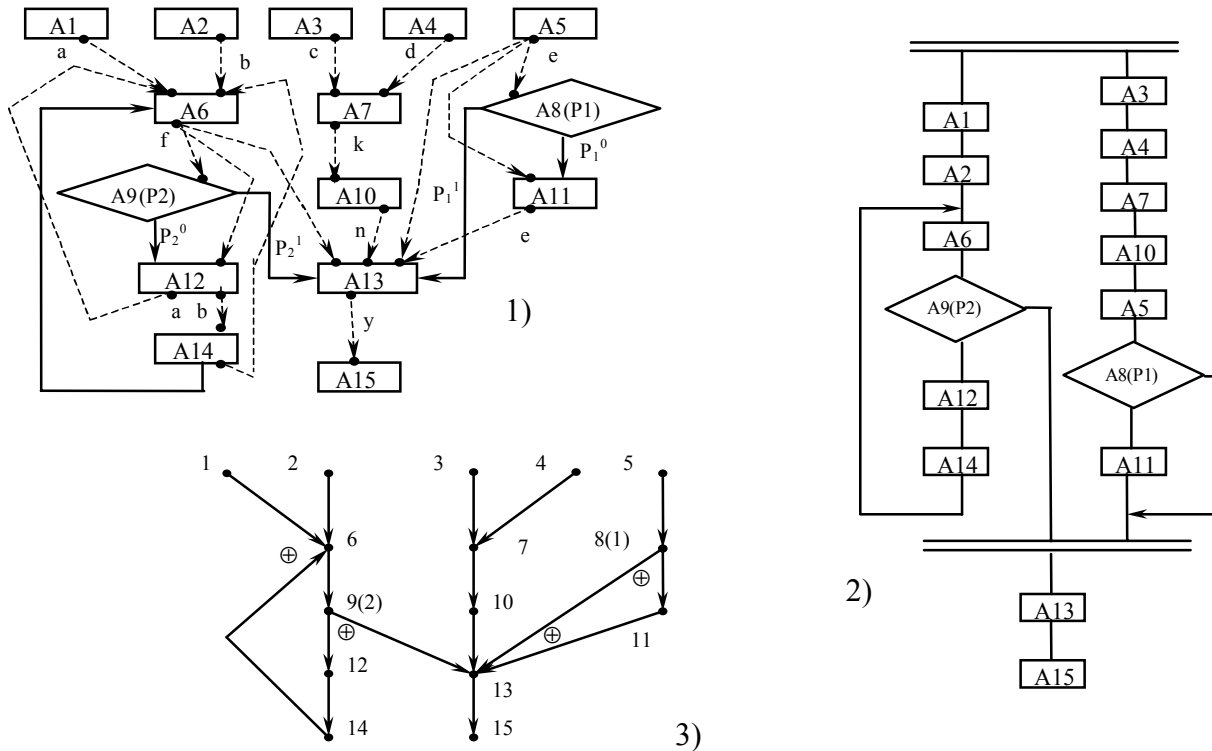


Рис.1. Параллельные модели процесса сборки агрегата:
 1 - операторная схема; 2 - параллельный алгоритм; 3 - ИЛСП

но использование контролирующих, а не управляющих свойств спусковых функций. В этом случае для статической параллельной схемы (и для множества эквивалентных схем, различающихся степенью распараллеливания), правильность запуска любого оператора проверяется по условию истинности спусковой функции. Для оператора A_{13} :

$$K_{13} := A_{13} \Leftarrow A_9(P_2^1) \& A_{10} \& (A_8(P_1^1) \oplus A_{11}), \quad (3)$$

т.е. контролирующая функция (операторное условие правильности функционирования) читается так: “запуск A_{13} считается верным, если выполнялся A_9 со значением $P_2 = 1$ и выполнялся A_{10} и выполнялись либо A_8 со значением $P_1 = 1$, либо A_{11} ”.

Информационно-логической схемой процесса (ИЛСП) называется совокупность контролирующих функций для всех (или выборочных) операторов схемы программы, заданная в виде строчных выражений типа (3) или графа, называемого биологическим по числу типов логики. При этом граф является

не императивным, т.е. графом управления, а графом информационно-логических отношений предшествования операторов и условий их правильного запуска [6-9]. ИЛСП описывает условия параллельного асинхронного (в том числе конвейерного) выполнения операций, т.е. является инвариантом для множества эквивалентных реконфигурируемых технологических процессов сборки, различающихся структурно-временным распределением по рабочим местам и применяемым методом управления (диспетчеризации). Характерно, что в процессах сборки преобладающей является логика И, и в идеальном случае они описываются регулярными конъюнктивными графами, для которых теоретически решены ряд вопросов количественного контроля [9].

Приведем ряд утверждений о правильных (т.е. бездефектных) ТП, базируясь на результатах теории параллельного программирования и исследованиях ИЛСП сборки различных изделий и агрегатов.

1. Любой ТП сборки может быть представлен в виде операторной схемы, для

каждого оператора которой может быть задана спусковая и контролирующая функция (2) и (3).

2. Любой ТП сборки имеет внутренний параллелизм и согласно теореме (1) может выполняться параллельно и асинхронно, т.е. в потоке операций $\mathbf{A}_t^3 > 1$.

3. В потоке операций правильного ТП в каждый момент времени и для каждой операции выполняется УПФ, аналогичное (3), т.е. имеет место соотношение:

$$\forall t \forall A_{i,t} \subset \mathbf{A}_t^3 \subseteq \mathbf{A}_t^r \subset \mathbf{A}_t^r.$$

4. Для каждого ТП существует максимально параллельный асинхронный конвейерный поток операций, соответствующий управлению по спусковым функциям:

$$\forall t \forall A_{i,t} \subset \mathbf{A}_t^3 = \mathbf{A}_t^r.$$

5. Для ТП сборки существует множество эквивалентных потоков операций, различающихся конфигурацией, под которой понимается структурно-временное распределение операций согласно применяемого метода и стратегии управления.

6. Любая конфигурация потока операций есть дополнительное структурно-временное упорядочение максимально параллельного потока операций.

7. Перестановка независимых по (1) операций, переход от одной степени распараллеливания потока к другой или динамическое распараллеливание операций приводит к его реконфигурации, т.е. к структурно-временному перераспределению операций.

Сформулируем следующие утверждения о проявлении дефектов в потоке операций.

8. Для последовательного ТП (в том числе с произвольным внутренним параллелизмом и методом управления) характерны следующие соотношения в потоке операций:

$$\text{УПФ: } (\forall t \exists A_{i,t} \subset \mathbf{A}_t^r) \wedge (|\mathbf{A}_t^3| = 1) = 1,$$

$$\text{ПД: } (\exists t \exists A_{i,t} \not\subset \mathbf{A}_t^r) \vee (|\mathbf{A}_t^3| < 1) = 1.$$

9. Для параллельного ТП с произвольным методом управления:

$$\text{УПФ: } (\forall t \exists \mathbf{A}_t^3 \subset \mathbf{A}_t^r) \wedge (|\mathbf{A}_t^3| \geq 1) = 1,$$

$$\text{ПД: } (\exists t \exists A_{i,t} \not\subset \mathbf{A}_t^r) \vee (|\mathbf{A}_t^3| = 0) = 1.$$

10. Обнаружение дефектов по ИЛСП применимо для любой конфигурации потока операций и, следовательно, эффективно в условиях его реконфигурации, таким образом ИЛСП является диагностическим инвариантом реконфигурируемых ТП [3].

С применением операторных схем процессов решаются следующие задачи, актуальные для организации оперативного контроля механо-сборочных производств:

- полный и достоверный учёт соответствующих компонентов ТП, проверка данных о ТП;

- анализ логической обусловленности и внутреннего параллелизма процесса сборки изделия;

- построение адекватных диагностических моделей, ориентированных на описание УПФ и ПД при сборке конкретных агрегатов как с заданной конфигурацией процесса, так и в условиях его реконфигурации;

- разработка библиотек схем процессов и их диагностических моделей;

- моделирование и отладка средств обнаружения дефектов.

Диагностические модели на основе операторных схем процессов предполагают дальнейшую интерпретацию счётчиковыми моделями (сетями) для разработки эффективных алгоритмов и средств обнаружения дефектов.

Контролирующие счётчиковые сети

Контролирующие счётчиковые сети (КСС) предназначены для практического перехода от графовой диагностической модели к созданию аппаратных, программных или организационно-технических средств контроля. Каждое событие, происходящее в объекте контроля, отражается в сети, кото-

рая распознает его правильность или ошибочность в зависимости от состояния сети и развития процесса. Ячейка сети представляет собой счётчик и логические схемы, формирующие сигнал подтверждения или сигнал дефекта, относящийся к событию. Естественным является счётчиковая интерпретация спусковых функций в параллельном потоке операторов, поскольку элементарная спусковая функция и есть простейший счётчик – триггер. Важнейшими свойствами КСС являются следующие:

- возможно представление сети в виде коллектива автоматов, логика которых дополнена проверкой признаков дефектов;

- настройка сети на контроль конкретного процесса производится коммутацией (адресацией) ячеек по заданной операторной схеме процесса;

- с помощью КСС могут контролироваться процессы с различной (в том числе максимально возможной) степенью параллелизма;

- реализация сетей достаточно проста и в аппаратуре (однородные кристаллы или спецпроцессоры), и на программном уровне (программные модули в составе АСУ ТП и АСУ П, специальные диагностические процессоры в электронных таблицах или в СУБД).

Для оперативного контроля потока технологических операций целесообразно распознавание не только допустимого порядка в следовании операций, но и правильного чередования фаз и событий каждой операции, таких как: “не готова к выполнению”, “готова, ожидает запуска”, “запуск, начало выполнения”, “выполнение”, “окончание выполнения” и т.д. Последовательность счёта в ячейке сети должна соответствовать поочередному выполнению операций и их фаз на рабочем месте механо-сборочного производства.

В [10] предложена минимальная КСС, имеющая столько однобитовых ячеек, сколько операций контролируется (15 для ТП на рис. 1). Если выполнены информационные и логические предшественники оператора, то ячейка переходит из исходного состояния 0 в 1 и готова подтвердить запуск оператора, в

противном случае формируется сигнал дефекта. Данный тип КСС производит контроль процесса с произвольной операторной схемой и степенью распараллеливания, но класс дефектов ограничен.

На рис. 2 представлены варианты развития КСС, где:

- a^3 и a^k – признаки (сигналы) запуска и окончания технологической операции, поступаемые в сеть от объекта контроля через устройства сопряжения,

- $a^{пз}$ и $a^{пк}$ – признаки подтверждения правильности запуска и окончания операции, формируемые сетью,

- f^r , f^b и f – логические функции, описывающие события, заключающиеся в выполнении предшествующих операций для данной операции;

- d – признак дефекта в ТП, связанный с данной операцией.

Сеть с ячейками, имеющими 3 состояния (рис. 2, 1), работает следующим образом: распознает ложный запуск или окончание операции в состоянии 0 (“не готова”), переходит в состояние 1 (“готова, ожидает запуска”) по истинному значению f^r и в этом состоянии обнаруживает дефект ложного запуска (не все предшественники выполнены), переходит в состояние 2 (“запуск, начало выполнения”) по сигналу запуска операции от объекта (при истинности функции f^b), возвращается в состояние 0 по сигналу окончания операции. Функция готовности и возможности ячейки f^r и f^b получаются из декомпозиции контролирующей функции операторов ИЛСП.

КСС с контролем вершин и дуг ИЛСП содержит два типа однобитовых ячеек на рис. 2, 2. Выполнение оператора $a_n^{пк}$ включает дуги, исходящие из A_n (согласно выходной логике), спусковая функция f_1 интерпретируется состояниями ячеек дуг для вершины A_1 (согласно входной логике), ячейка вершины (т.е. собственно операции) переводится из состояния 0 в 1 (“выполнение”) по запуску операции и истинности спусковой функции.

Число ячеек КСС для контроля ИЛСП на рис. 1 равно 31, но за счет дополнительно “слоя” ячеек дуг она обладает повышенны-

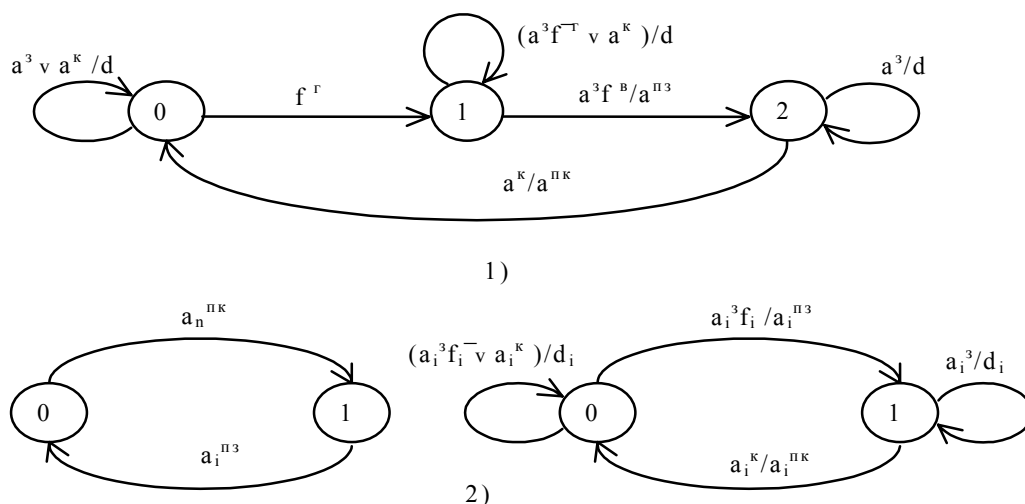


Рис.2. Диаграммы работы ячеек КСС

ми обнаруживающими способностями, в том числе для конвейерных процессов.

Дальнейшим развитием КСС может являться сеть, дополнительно оснащенная счётчиками сверток или признаков значений fA_i и tA_i , которую можно считать универсальной диагностической сетевой моделью ТС на уровне операций.

Проблемы использования параллельных моделей

При оценке возможности внедрения систем контроля механо-сборочных производств с использованием параллельных моделей следует учитывать следующие факторы:

- контролепригодность объекта контроля,
- трудоемкость инженерных задач моделирования (интерпретация, визуализация, реализация процедур по работе с моделями, наличие средств поддержки),
- степень возможной автоматизации способов контроля.

Эффективность контроля с использованием параллельных моделей обусловлена их универсальностью, проработанностью теоретических вопросов анализа, синтеза и преобразования, наличием большого числа программных продуктов по распараллеливанию процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексная программа реорганизации и развития отечественного локомотиво- и вагоностроения, организация ремонта и эксплуатации пассажирского и грузового подвижного состава на период 2001-2010 г. М.: МПС, 2001.
2. Никищенок С.А. Автоматизация контроля производственных процессов в сетевом ПТО // Информационные технологии на железнодорожном транспорте (Инфотранс-2002). СПб: ПГУПС, 2003.
3. Никищенок С.А. Проблемы функционального диагностирования реконфигурируемых систем управления // Исследования и разработки ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте: Вып. 23. Самара: СамГАПС, 2002.
4. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики: Оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратные средства / Под ред. П.П.Пархоменко. М.: Энергия, 1981.
5. Котов В.Е. Введение в теорию схем программ - Новосибирск: Наука, 1978.
6. Элементы параллельного программирования / В.А.Вальковский, В.Е.Котов, А.Г.-Марчук, Н.Н. Миренков // Под ред. В.Е. Котова. М.: Радио и связь, 1983.

7. Нариньяни А.С. Теория параллельного программирования: формальные модели // Кибернетика. 1974. №№3-4.
8. Рыжков А.П. Правильная билогическая граф-модель параллельного вычислительного процесса и его свойства // Изв. академии наук. Техническая кибернетика. 1976. №2.
9. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. СПб.: БХВ – Петербург, 2003.
10. Балакин В.Н., Барашенков В.В., Казак А.Ф., Никищенко С.А. Устройство для контроля блоков управления. А.с. № 1365086, 1988 г.

THE USE OF PARALLEL PROCESSES MODELS TO PROVIDE OPERATIVE CONTROL OF MECHANIC ASSEMBLING PRODUCTION

© 2003 S.A. Nikishchenkov

Samara State Railwai Academy

The article provide the description of deficiencies in technological assembly processes which is carried out by means of parallel processes models. It shows a number of tasks of operative control mechanic assembling production being solved by means of operator's processor schemes, information-logical graphs and counter networks.