

## Выводы:

1. Величина внутрицикловых потерь времени в большей степени зависит от параметров обрабатываемой детали (диаметр и длина) чем от характера обработки (черновая или чистовая) и твердости материала заготовки.
2. На величину внецикловых потерь времени параметры обрабатываемой детали и характер обработки оказывают меньшее влияние.
3. Основное влияние на величину потерь времени оказывает степень автоматизации станка.

Список литературы: 1. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. В 2-х ч. – М.: Экономика, 1990. – 208 с. 2. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на токарно-автоматные работы. Среднесерийное, крупносерийное и массовое производство. – М.: Экономика, 1990. – 299 с. 3. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В.Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с. 4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с. 5. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с. 6. Карпусь В.Е. Интенсивность формообразования технологических систем // Вестник машиностроения. - М., 2000.- №2.- С. 30-34.

*Поступила в редколлегию 04. 10. 07*

## УДК 621.9

*А.Н. ШЕЛКОВОЙ, О.Ю. ПРИХОДЬКО, А.Р. РУЗМЕТОВ*

### **МЕТОДИКА АДАПТАЦИИ ТИПОВОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА К УСЛОВИЯМ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ**

У цій статті розглядається спосіб подання операційного технологічного процесу за допомогою нечітких семантичних мереж, які описують об'єктне наповнення й реляційні зв'язки ситуацій на робочому місці. Наведено методику внесення змін у типові структури технологічних процесів виконання допоміжних переходів на рівні мікроелементів.

In this article the way of representation of operational technological process by means of fuzzy semantic networks which describe objective structure and relational connections inside of situations on a workplace is considered. The technique of modification in typical structures of technological processes of performance of auxiliary transitions at a level of microelements is produced.

Постановка задачи. Одной из основных задач проектирования вспомогательного перехода технологического процесса является определение наиболее эффективного варианта последовательности выполнения его элементов. Процесс реализации вспомогательного перехода может быть представлен в виде последовательности элементарных составных частей (микроэлементов), а критерием выбора рационального варианта этого процесса является мини-

мальное время, затрачиваемое на его выполнение.

Микроэлементы с требуемой степенью точности отражают содержание и описывают временные характеристики соответствующих им трудовых движений. Базовая система микроэлементов (БСМ) [1,2] позволяет создавать различные комбинации элементов вспомогательного процесса, а это дает возможность описать и весь процесс.

Проектирование вспомогательного процесса работы непосредственно из микроэлементов является не рациональным из-за значительного усложнения математической модели и значительного увеличения объема сопутствующей информации, для которой необходимо резервировать соответствующие ресурсы памяти. При агрегировании же микроэлементов получаются более крупные модели: переходов, операций и даже совокупного вспомогательного процесса изготовления определенной детали без проблем, связанных с вычислительными ресурсами. Таким образом, получается некоторая конечная совокупность элементов работы, обобщающая ряд типичных ситуаций, характерных для определенных технико-организационных условий и которым в технологическом отношении соответствуют технологические переходы. Построить модель технологического перехода — это значит с помощью микроэлементов описать его состав, и тем самым определить время, затрачиваемое на его выполнение.

Описание переходов целесообразно производить с помощью фреймов – сценариев ввиду того, что они совмещают как структуру производственной единицы (рабочего места), так состав и порядок работ по реализации технологического процесса:

$$FHCC_j = (NCЦ_j, HCC_{pr}, Fd_1, HCC_1, Fd_2, HCC_2, \dots, Fd_i, HCC_i, \dots, Fd_n, HCC_n) \quad (1)$$

где  $NCЦ_j$  – имя j-го типового фрейма - сценария;  $HCC_{pr}$  – активная сеть текущего состояния рабочей среды (ситуация);  $Fd_i$  – фрейм i-го микроэлемента сценария;  $HCC_i$  – активная сеть состояния рабочей среды после выполнения i-го микроэлемента j-го сценария;  $HCC_n$  – активная сеть целевого состояния рабочей среды; n – число ситуаций РС, составляющее множество этапов развертывания j-го сценария по ходу технологического процесса.

Соответствие типового фрейма - сценария фрагменту операционной технологии зависит от соответствия его опорных сетей, обобщенно представляющих состояния рабочей среды начала и конца его реализации, рассматриваемой ситуации на рабочем месте.

Обзор литературных источников. В рассмотренной литературе [3, 5, 6] не найдено способов редактирования уже существующих сценариев работы с учетом порядка следования составляющих общий фрейм – сценарий элементарных работ. Поэтому целью исследования является решение данной задачи в общем виде, которое сводится к выработке определенных правил, на основе которых следует производить соединение элементов в единый вспомогательный технологический процесс. Элементарным фреймам – действиям можно

соотнести микроэлементы действия системы БСМ-1 [1,2].

Из-за высокого уровня детализации БСМ, система построения не может достаточно успешно выполнять долгосрочное планирование деятельности рабочего, а ситуационное определение комплекса является гарантией его дееспособности.

Поэтому является целесообразным наращивание базы методов работы разной степени укрупнения, которые представлены в виде типовых комплексов, полученных эвристическим путём, или путём разработки в имитационном режиме при учете технических характеристик технологических объектов.

Математическая модель. Целевая ситуация, соответствующая выполнению перехода, содержит в себе сумму преобразований, полученных в результате достижения локальных целевых ситуаций рабочей среды. Переход из одной локальной ситуации в следующую, в направлении достижения целевой, является этапом в реализации технологического процесса основанном на логике внутриоперационных организационно - технических мероприятий.

Декларативное представление целевой ситуации, диктуемой конкретной фразой, включенной в формулировку перехода, можно осуществить в виде ряда нечетких сетей – характеризующих промежуточные состояния рабочего места:

$$HCC_j^s = \{HCC_1^j, HCC_2^j, \dots, HCC_i^j, \dots, HCC_k^j\}; \quad (2)$$

где  $HCC_j^s$  – нечеткая семантическая сеть, характеризующая состояние рабочего места в период выполнения j-го перехода;  $HCC_1, HCC_2, HCC_k$  – нечеткие семантические сети, характеризующая состояние рабочего места в период выполнения первого, второго, i-го и k-го действий (работ) j-го перехода соответственно,  $i = 1, \dots, k$ ,  $k$  – количество работ определенного уровня сложности, способствующих достижению целевой ситуации.

Каждая из сетей - действий является некоторой подцелью перехода и представлена двумя множествами:

$HCC_i^j(V, R)$  – одно из подсостояний j-го перехода, соответствующее i-му действию (работе);

$V = \{v_{i1}\}$ ,  $i1 = 1, \dots, n1$ ,  $n1$  – множество вершин, соответствующих объектам рабочей среды;

$R = \{r_{i2}\}$ ,  $i2 = 1, \dots, n2$ ,  $n2$  – множество отношений, определяемые лингвистическими переменными  $Lp$ , между объектами рабочей среды.

Адаптация комплекса может происходить по таким направлениям как:

Функциональное наращивание – если результат работы комплекса, по объему менее чем достаточный, что требует наращивания его содержания. Например есть необходимость отключения станка перед тем как взять деталь, хотя первоначальная структура вспомогательного перехода этого не предусматривала. Наращивание комплекса будет идти по такой схеме (см. рис 1):

Как видно из примера, нам не достаточно просто добавить нужный микроэлемент, нужно добавить дополнительный – для стыковки цепи технических моментов реализации работы.

Функциональное сокращение – если результат, по объему работ, комплекса более чем достаточный, что требует уменьшения его содержания. Для сокращения функциональности, нужно удалить из комплекса все действия, зависящие от удаляемых структурных элементов подsituаций;

Функциональное смещение – если нужно откорректировать комплекс с некоторым изменением состава объектов и отношений (как комбинированный вариант первых двух). Происходит по таким этапам: 1. поиск расположения; 2. внедрение действий.

Например, для того, что бы взять деталь со станка достаточно просто удалить защитный экран, но не выключать станок (см. рис 2):

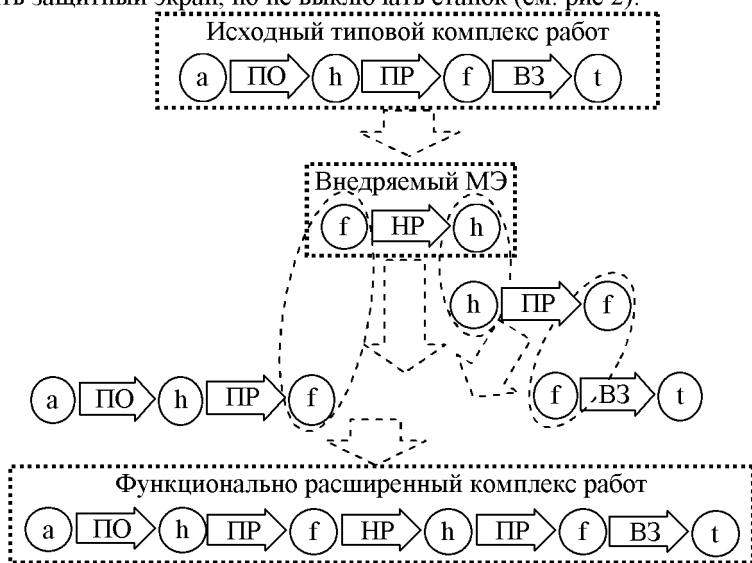


Рис. 1.- Нарращивание содержания комплекса микроэлементов. a, h, f, t – обозначение (здесь и далее в рисунках) подsituаций, необходимых для выполнения того или иного микроэлемента.

Результаты работы нескольких комплексов над одной рабочей ситуацией взаимно пересекаются, что может потребовать функционального сокращения одного комплекса в пользу другого.

1. извлечение действий
2. стыковка разорванной цепи комплекса

Все направления в адаптации технологического комплекса разрешаются с помощью операций внедрения и извлечения из него соответствующих действий.

Внедрение в комплекс дополнительного действия.

в сети, соответствующие условиям и результатам выполнения комплек-

са, вносятся объекты и отношения, имеющиеся в опорных сетях внедряемого действия;

расположение внедряемого действия внутри комплекса находится на основании таких условий:

а) сеть результатов выполнения внедряемого действия нечетко вложена в общую сеть с условиями выполнения следующего действия комплекса;

б) сеть условий выполнения внедряемого действия нечетко вложена в общую сеть с результатами выполнения предыдущего действия комплекса.

в) если среди множества ситуаций, порождаемых работой комплекса нет совместимой с условиями выполнения внедряемого действия, то необходимо достраивать комплекс поиском в базе работ, элементарных действий и ситуаций технологического процесса таких фрагментов процесса, которые будут способствовать интеграции внедряемого действия в комплекс.

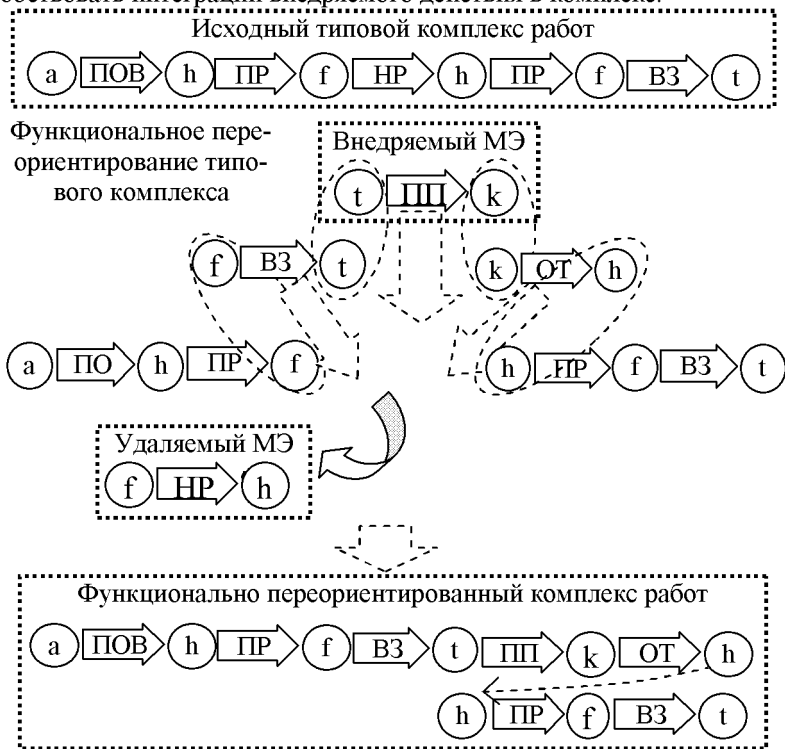


Рис. 2. Замена микроэлементов в комплексе.

При этом дополнительные фрагменты выбираются на основании таких условий:

$$HCC_{цель}^{\delta} \subseteq HCC_{i+1}^j \ \& \ \delta(HCC_{цель}^{\delta}, HCC_{i+1}^{j'}) \geq \delta_{\min}; \quad (3)$$

где  $\delta_{\min}$  – минимально допустимое соответствие опорных сетей;

$HCC_{цель}^{\delta}$  – целевая сеть подбираемого действия (работы);  $HCC_{i+1}^j$  – ситуация нечетко

соответствующая условиям выполнения внедряемого действия;  $\delta(HCC_{цель}^{\delta}, HCC_{i+1}^{j'}) = \max$ , где  $\delta(HCC_{цель}^{\delta}, HCC_{i+1}^{j'})$  – степень близости целевой сети подбираемого действия (работы)  $HCC_{цель}^{\delta}$  к начальным условиям его выполнения  $HCC_{i+1}^{j'}$ , вложенным в ситуацию, порождаемую процессом.

Если при всех заданных условиях существуют альтернативные варианты, то наиболее соответствующее процессу действие выбирается из соображения:

$$\delta(HCC_{начало}^{\delta}, HCC_{i-1}^{j'}) = \max \quad (4)$$

где  $\delta(HCC_{начало}^{\delta}, HCC_{i-1}^{j'})$  – степень близости начальной сети подбираемого действия (работы)  $HCC_{цель}^{\delta}$  к начальным условиям его выполнения  $HCC_{i-1}^{j'}$ , вложенным в ситуацию, порождаемую рабочим процессом.

Извлечение действия из комплекса сопряжено с такими работами:

из сетей, соответствующих условиям и результатам выполнения комплекса, извлекаются объекты и отношения, имеющиеся в опорных сетях извлекаемого действия;

произвести стыковку действий, соседствующих с извлекаемым.

Стыковка, скорее всего, не может быть осуществима из-за несовпадения результатов предыдущего действия с условиями выполнения последующего. Для восстановления работоспособности комплекса нужно:

а) изменить порядок следования действий комплекса. Для корректного изменения порядка следования действий нужно произвести поиск среди звеньев комплекса таких, что результаты и условия их выполнения не влияют на выполнение соседних с ними звеньев и тех, которые стоят по времени выполнения после них, вплоть до связываемых действий, и в то же время способствуют стыковке разорванной цепи;

б) если “свободные” стыкующие действия в комплексе не найдены, или они находятся в комплексе, по времени, после места разрыва то нужно внедрять компенсирующие действия из базы работ (действий) При этом внедряемые действия (работы) должны быть: независимыми от удаляемых частей общей сети; ситуативно совместимыми со стыкуемыми действиями.

Практическая реализация. Модуль адаптации структур типовых фреймов – сценариев нашел применение в составе подсистемы «Нормирование вспомогательных переходов», которая интегрирована в программный комплекс моделирования и имитации поведения производственной системы в целом.

Процесс проектирования и нормирования временных показателей структуры вспомогательного перехода основывается на таких входных данных как формулировка перехода, лимит времени и текущее состояние испол-

нителя. Получая необходимую технологическую информацию из модуля «Диспетчер производственных заданий» она производит её интерпретацию на язык процедур, проектирует, нормирует и анализирует структуру вспомогательного перехода. Результаты работы передаются в «Генератор имитационных моделей производственных модулей».

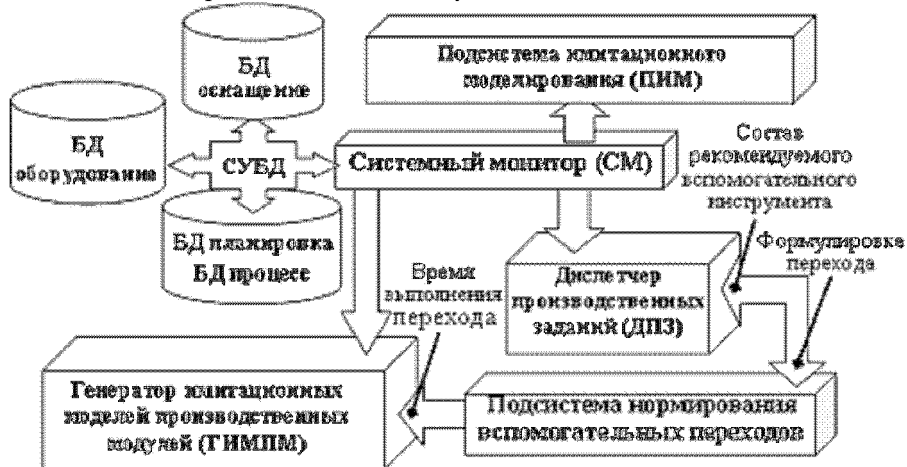


Рис. 3. Общая структура системы GPS

В генераторе производственных моделей эта информация она определяет время перемещений и пауз объекта – исполнителя в ходе имитации его работы.

Вывод. Таким образом, следуя этой методике можно изменять типовые структуры внутриоперационных технологических процессов на уровне перехода, адаптируя их к ситуации, когда имеет место не совсем типичная организация рабочего места или применяется оригинальное по технике эксплуатации оснащение.

Список литературы: 1. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. массовое производство //М: Экономика 1988 . – 453с. 2. Базовая система микроэлементных нормативов времени (БСМ-1) //Методические и нормативные материалы. М.: Экономика, 1989 г. 3 Бернштейн Л.С., Мелехин В. Б. “Структура представлений декларативных знаний интеллектуального робота.” // Управляющие системы и машины. 1990 г . № 6 С. 75-83. 4. Шелковой А.Н. Система имитационного моделирования поведения гибких производственных систем в режиме реального времени //Резание и инструмент в технологических системах. - Межд. Научн.-техн. сборник. - Харьков: ХГПУ, 2000, вып.56, С.164-170; 5. Осипов Г.С. Построение моделей предметных областей. Ч. I. Неоднородные семантические сети. - Техническая кибернетика, 1990, N 5, 32 - 45. 6. Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М.М. Производственные системы с искусственным интеллектом.- М: Радио и связь. 1990. - 264 с.

Поступила в редколлегию 04. 10. 07