

На правах рукописи

НУР-И-ХАСАН

НУР-И-ХАСАН

**МЕТОДЫ ИНВАРИАНТНОГО ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА
 ГИБКИХ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Специальность 05.13.06 - Автоматизация и управление технологи-
ческими процессами и производствами (в машиностроении)**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва-2005 г.

Работа выполнена на кафедре «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» инженерного факультета Российского университета дружбы народов.

Научный руководитель -
доктор технических наук, профессор А.Д.Чудаков

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Л.М.Саликов

кандидат технических наук, доцент М.В.Варганов

Ведущая организация:
ОАО «Красный пролетарий»

Защита состоится «29» марта 2005 г. в 15 часов
на заседании диссертационного совета Д 212.203.16
при Российском университете дружбы народов
по адресу: 113090, Москва, Подольское шоссе, дом 8/5, ауд. 104.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке
Российского университета дружбы народов
(117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6)

Автореферат разослан «25» февраля 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент



В.В.Соловьев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В современных условиях задача повышения эффективности машиностроительного производства, то есть снижения производственных затрат на единицу продукции является весьма актуальной особенно для многономенклатурного производства мелкосерийного и серийного характера. Во всех отраслях машиностроения решение этой задачи может быть найдено на пути применения гибких комплексов механообработки различных масштабов, степени сложности и уровня автоматизации, объединяемых общим названием «Гибкие производственные системы» (ГПС). ГПС, функционирование которых основано на использовании управляюще-вычислительных комплексов непосредственно в контуре управления механообрабатывающим оборудованием, являются новым классом автоматизированных систем управления.

Для решения проблем, связанных с разработкой, внедрением и эксплуатацией АСУ ГПС требуется широкий системный подход ко всему комплексу решаемых задач и одновременно детальное инженерное понимание методов и средств решения каждой из конкретных задач управления.

К числу таких задач относится и задача существенного (в 2 - 3 раза) сокращения сроков проектирования новой АСУ ГПС и трудозатрат, необходимых для ее разработки и реализации. Таким путем можно обеспечить широкое использование в промышленности различных вариантов ГПС, соответствующих практически возникающим конкретным производственным задачам.

Цель работы состоит в создании быстрого и удобного для последующего программного воплощения способа инвариантного описания исходных технологических данных для оперативного управления производственным участком.

Методика исследования. Работа базируется на анализе и классификации структур ГПС, теории иерархических систем, методах теории вероятностей и математической статистики, теории программирования и широкого использования понятия «чистой процедуры», имитационного моделирования событий, происходящих на производственном участке.

Научная новизна:

- Проведен анализ и классификация гибких производственных систем с точки зрения возможности их инвариантного описания.
- Разработана методика определения объема заявки на пополнение центрального склада-накопителя ГПС.
- Разработана методика имитационного моделирования событий происходящих на многономенклатурном производственном участке.
- Разработан способ инвариантного описания исходных данных, определяющих требуемое функционирование многономенклатурного производственного участка.

Практическая полезность.

- Предложена типовая структура ГПС, из которой в виде частных случаев могут быть получены различные варианты гибких производственных участков.
- Предложены расчетные формулы для определения объемов складов, расположенных на различных уровнях ГПС.
- Для типовой структуры ГПС построены информационная и функциональная структуры, представляющие собой определенным образом связанные неделимые компоненты.
- Предложены способы графического и аналитического описания взаимозависимостей между элементами этих структур, однозначно определяющие требуемое функционирование создаваемого участка, которые могут быть практически использованы программистами.

Апробация работы. Материалы диссертационного исследования докладывались на научно-технических конференциях инженерного факультета Российского университета дружбы народов в 2002 - 2004 годах.

Публикации: По материалам диссертации опубликовано 5 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, четырех глав, заключения и общих выводов, а также приложений и списка литературы, включающего в себя 185 наименований. Диссертация изложена на 148 страницах машинописного текста, содержит 24 рисунков, 4 таблиц и 5 приложений.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновываются актуальность темы и основные направления исследований.

В первой главе рассматривается задача задания исходных данных в современных ГПС. Рассматривается и анализируется опыт создания и эксплуатации такого рода ГПС. Учитывается имеющийся в этой области опыт и публикации таких известных исследователей как И.М.Соломенцев, В.Л.Сосонкин, Б.И.Черпаков, П.П.Белянин, В.С.Васильев, В.А.Кудинов, М.А.Эстерзон, А.И.Левин, Л.Ю.Лишинский, Л.Н.Грачев, А.М. Брон, Ю.В.Найдин и ряд других.

Помимо общепринятой классификации ГПС по форме и степени автоматизации процесса управления потоком заготовок построены распределения количеств реализованных и эксплуатирующихся ГПС в зависимости от формы обрабатываемых заготовок, от типа ГПС, от уровня автоматизации, от типа единичной заготовки, от максимальных габаритов обрабатываемых деталей, от общего количества станков, от количества станков различных типов, от количества обрабатываемых изделий, от размеров партий деталей, от типов применяемого межоперационного транспорта.

Это позволило сформулировать основные принципы построения современных программно-математических средств (ПМС) управляющей компьютерной системы для ГПС, что изображено на рис. 1



Рис. 1. Классификация современных ПМС ГПС

На основании проведенной классификации построена также типовая структура оперативного управления производством, которая развивается с учетом динамической информации об отклонениях от запланированного хода производства и о внешних возмущениях. Такая типовая структура изображена на рис.2.

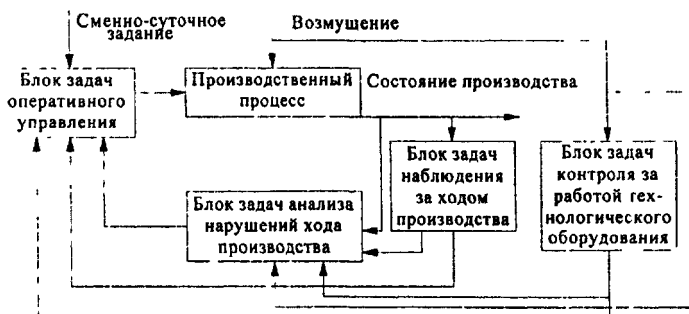


Рис.2. Структура оперативного управления в реальном времени

Для задания алгоритма управления ГПС необходимо удовлетворить следующему:

1. Каждое действие (шаг) алгоритма управления ГПС должно быть элементарным.
2. Порядок действий алгоритма управления ГПС должен быть точно определен.
3. Исходные данные для алгоритма управления ГПС должны быть точно определены.
4. Для успешной работы алгоритма управления ГПС должны быть предусмотрены достаточные объемы памяти.

Каждой обрабатываемой на ГПС партии деталей в соответствие ставится понятие «задача для ГПС», обладающая определенным приоритетом. Все задачи для ГПС можно разделить на «созданные» (т.е. соответствующие детали находятся в процессе изготовления) и на «уничтоженные» (соответствующие детали покидают ГПС).

Каждой созданной задаче должна соответствовать структура данных определенного формата - дескриптор.

Для сокращения сроков разработки, исключения субъективного фактора и повышения качества разработки алгоритмы управления ГПС (прежде всего алгоритмы диспетчирования) следует строить регулярными методами.

Для разработки таких алгоритмов наиболее подходящими являются графоаналитические методы, которые позволяют непосредственно получить графическое изображение блок-схемы алгоритма управления ГПС.

Рассмотрение практически реализованных АСУ ГПС показывает, что ряд функций оперативного управления в реальном масштабе времени для различных участков является одним и тем же (инвариантным), тогда как «привязка» к конкретной производственной структуре автоматизируемого участка осуществляется своим способом для каждого конкретного случая.

Ставится задача найти универсальный способ задания исходных технологических данных, однозначно определяющих порядок управления данной производственной системой.

В результате анализа существующих ГПС поставленная общая задача сведена к ряду частных задач, которые и решаются в данном исследовании. Эти задачи таковы:

1. Выделение из общего перечня функций, выполняемых АСУ ГПС, тех функций, которые являются инвариантными для различных участков.
2. Разработка типовых структур ГПС, пригодных для инвариантного описания, из которых любые конкретные участки могут быть получены в виде частного случая.
3. Разработка методов организации эксплуатации ГПС, обеспечивающих ее адекватное функционирование при любых производственных заданиях.

4. Разработка языка описания исходных технологических данных, определяющих функционирование данного технологического участка, пригодного для его использования программистом.
5. Разработка методов наглядного представления и верификации составленного описания.

Во второй главе рассматриваются методы пополнения центрального склада-накопителя производственного участка. Для типовой структуры ГПС, пригодной для инвариантного задания исходных данных предлагается распространить принцип иерархичности и на построение транспортно-складской системы (АТСС). В этом случае необходимо специально рассмотреть вопрос о пополнении центрального склада-накопителя участка деталями соответствующих наименований в требуемом количестве.

Были проведены отбор и классификация различных стратегий пополнения запасов, используемых на ГПС. В результате для пополнения запасов на центральном складе-накопителе ГПС предложено применять стратегию, использующую принцип «максимум-минимум».

В соответствии с такой стратегией поставки производятся не в запланированные заранее моменты времени, а исходя из того факта, что текущий уровень запаса оказывается равным или меньшим заранее заданного критического уровня. Величина выдаваемого при этом заказа такова, чтобы с учетом прогнозируемого потребления за время удовлетворения этого заказа вернуться к заданному максимальному уровню. Такая стратегия в данном случае оказывается эффективной поскольку практика показывает, что в условиях ГПС затраты на учет фактического уровня запасов, на их хранение и на оформление заказов оказываются сопоставимыми с потерями от возможного дефицита. Поэтому нежелательны как снижение запасов ниже минимального уровня, так и слишком частое оформление и подача заказов и создание слишком больших запасов.

График изменения уровня запасов в центральном складе-накопителе ГПС при использовании стратегии «максимум-минимум» приведен на рис.3.

При решении вопроса о пополнении центрального склада-накопителя ГПС следует рассмотреть два аспекта.

Первый заключается в том, что номенклатура заготовок, имеющихся на этом складе, должна соответствовать предварительным планам производства.

Второй заключается в том, что количество заготовок каждого наименования должно соответствовать скорости их потребления производством в соответствии с планами-графиками загрузки технологического оборудования ГПС.

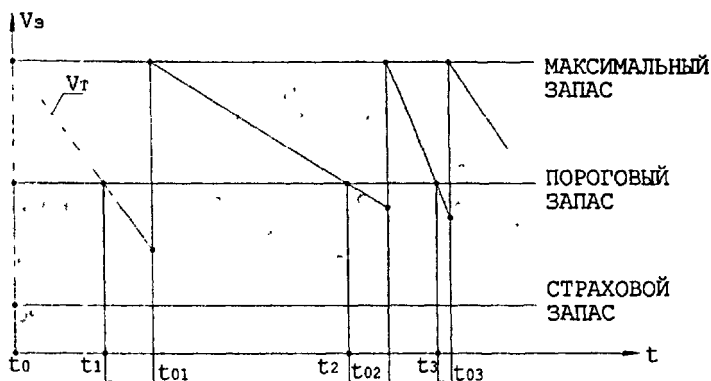


Рис.3. График изменения уровня запасов центрального склада ГПС при использовании стратегии «максимум-минимум».

При использовании на ГПС стратегии «максимум-минимум» можно, как показывает практика, считать время t падения уровня запаса Z до точки заказа распределенным равномерно, то есть в принятом диапазоне изменения от t_{MAX} до t_{MIN} все значения этой случайной величины равновероятны. Время же Δt удовлетворения заказа, включая оформление заявки, погрузку, доставку, разгрузку и оприходование, будучи случайной величиной, определяется множеством независимых и не поддающихся учету факторов, так что его можно считать распределенным по нормальному закону. Соответственно определяется и его математическое ожидание $M(\Delta t)$

На ГПС следует использовать так называемую «двухбункерную систему», когда запас хранится в двух виртуальных бункерах. Момент исчерпания первого виртуального бункера является точкой заказа, а до фактического получения заказанной поставки питание производства осуществляется из второго бункера. При фактическом получении поставки сначала заполняется второй бункер, а оставшийся объем поставки идет на заполнение первого бункера; при этом происходит переключение на питание производства из первого бункера.

Применительно к этому случаю выведена расчетная формула для $M(\Delta Z)$ математического ожидания объема поставки:

$$M(\Delta Z) = Z (t_{\text{MAX}} - t_{\text{MIN}})^{-1} \ln(t_{\text{MAX}} / t_{\text{MIN}}) M(\Delta t)$$

Построена также компьютерная математическая имитационная модель процесса потребления заготовок производством. Она базируется на событийно-ориентированном подходе путем идентификации изменений, происходящих на ГПС, когда начинаются или кончаются те или иные происходящие на ней действия. События, происходящие в моделируемой системе пополнения запасов, учитывающие возможность невыполнения по-

данных и оформленных заказов заключаются в фактическом выполнении поставки и в подаче заказа на новую заготовку

Существенным моментом предлагаемого алгоритма имитационного моделирования является то, законы распределения случайных величин времени до заказа и цикла заказа задаются с помощью программных генераторов, для чего рекомендуется использовать конгруэнтные генераторы псевдослучайных чисел. Для такого подхода характерно максимальное использование стандартных подпрограмм, имеющихся в коммерческих системах имитационного моделирования, например, в GPSS или СЛАМ II.

Граф-схема соответствующего имитационного алгоритма приведена на рис. 4, а пример текста главной программы на языке СЛАМ II для событийного моделирования ГПС дан в Приложении 5.

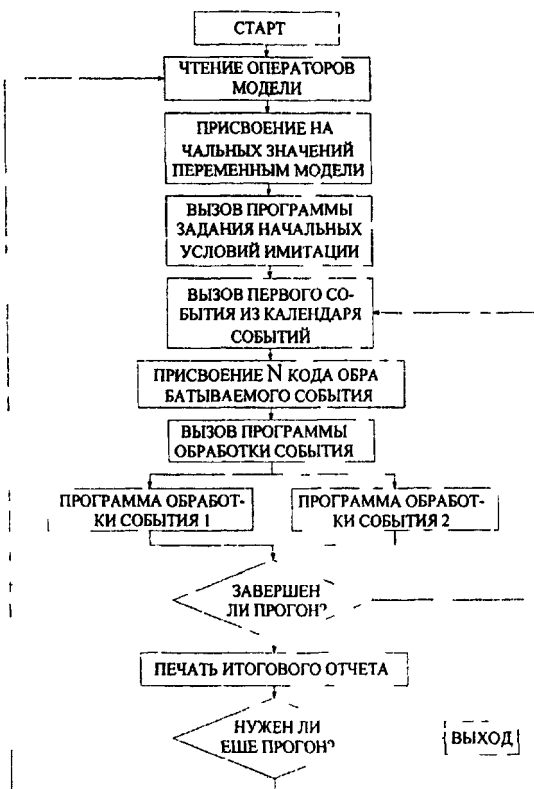


Рис. 4 Граф-схема имитационного моделирования уровня запасов на центральном складе-накопителе ГПС

В третьей главе предлагаются способы задания загрузки складов ГПС, обеспечивающей выполнение принятых производственных заданий. Прежде всего, на основании проведенного анализа существующих ГПС была предложена структура функционально полного гибкого автоматизированного участка в максимальном варианте. Все конкретные гибкие автоматизированные участки могут быть получены из него как частные случаи. Для этой структуры характерно иерархическое 3-х уровневое построение складского хозяйства, включающего в себя следующие компоненты: центральный склад-накопитель, оперативный склад и локальные накопители у каждой единицы технологического оборудования. Вместо некоторых станков может быть предусмотрена установка координатно-измерительных, координатно-разметочных или/и моечных машин, покрасочных роботов и др. Для каждого из перечисленных компонент складского хозяйства предлагается своя стратегия пополнения и освобождения.

Номенклатура заготовок, поступающих на центральный склад-накопитель (например, отливок, поковок, проката и др. определяется в ходе предварительного планирования (ПП) работы гибкого участка. Исходными данными для ПП являются месячные планы выпуска деталей, технологические маршруты (ТМ) обработки деталей, а также фонды времени оборудования. В результате сеанса ПП проверяется принципиальная выполнимость предлагаемых заданий, формируются партии запуска и, что является главным для данного аспекта, подготавливается заказ на заготовки, которые должны иметься на центральном складе-накопителе к последнему месяцу рассматриваемого квартала.

Для проведения сеансов планирования предлагается соблюдать принцип, называемый «надежностью планирования». Этот принцип приводит к планам составленным таким образом, что отклонение фактического хода производства от запланированного не приводит к катастрофическим последствиям. Согласно этому принципу в планы, являющиеся директивными документами, включаются не те партии деталей, которые будут технологически и организационно готовы к выполнению тех или иных операций, когда время выполнения этих операций настанет, а те партии деталей, которые будут технологически и организационно готовы к выполнению тех или иных операций к моменту проведения сеанса планирования.

Планирование с соблюдением «принципа надежности» в указанном смысле требует при проведении одного сеанса включения в план не более одной операции. Это приводит к увеличению времени пребывания детали на ГПС, но съем деталей с оборудования ГПС при этом увеличивается и, главное, повышается достоверность выполнения операций ТМ.

Загрузка оперативного склада производится из центрального склада-накопителя перед началом рабочей смены в соответствии с оперативным планом загрузки оборудования ГПС на эту смену.

Процедура оперативного планирования загрузки оборудования ГПС состоит из двух функционально различных этапов.

На первом этапе для всех имеющихся партий определяются моменты готовности к выполнению следующих операций, и формируются очереди к агрегатам ГПС.

На втором этапе осуществляется формирование собственно расписания путем имитационного моделирования движения «фронта работ», то есть множества партий, технологически и организационно готовых к выполнению той или иной операции ТМ.

Для наглядности сказанное предлагается реализовать с помощью диаграммы Гантта. Пример такой диаграммы для случая передачи партии деталей с одной операции на последующую пакетами, представляющими собой лишь часть всей партии запуска, показан на рис. 5.

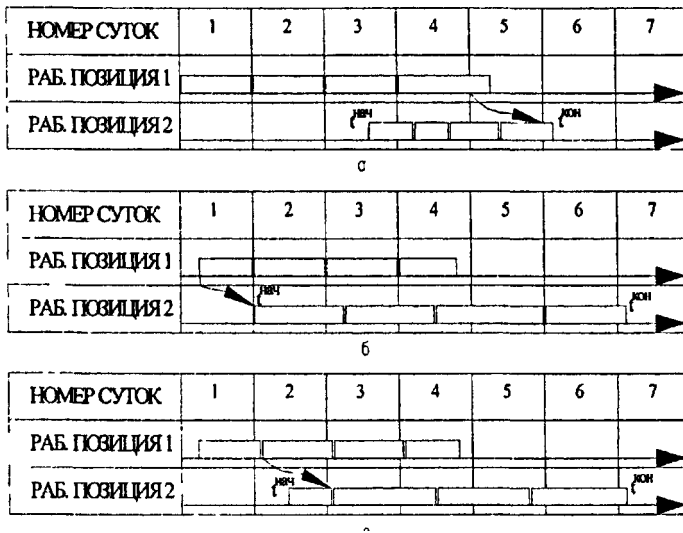


Рис.5. Диаграмма Гантта для случая передачи деталей с операции на операцию пакетами.

Здесь возможны три случая: когда время выполнения последующей операции меньше времени выполнения предыдущей, когда время выполнения последующей операции больше времени выполнения предыдущей, а первый пакет на последующей операции обрабатывается не менее суток (лимитирующим является первый пакет партии) и, наконец, когда время выполнения последующей операции также больше времени выполнения

предыдущей, но первый пакет на последующей операции обрабатывается менее суток (лимитирующим является второй пакет партии). Эти три случая изображены на рис.5 сверху вниз.

Состояние партии в некоторый момент может быть охарактеризовано любой из следующих трех величин, заданных для всех операций/: числом деталей v_j , прошедших операцию j ; числом деталей ρ_j , не прошедших операцию j ; заделом μ_j на операции j . Все эти величины равноправны и выражаются одна через другую следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= Q_r - v_1, \\ \mu_j &= v_{j-1} - v_j, \quad j=2, \dots, n_p \\ \rho_j &= Q_r - v_j, \quad j=1, 2, \dots, n_p \\ v_j &= Q_r - \rho_j, \quad j=1, 2, \dots, n_p \\ \mu_1 &= \rho_1, \\ \mu_j &= \rho_j - \rho_{j-1}, \quad j=2, \dots, n_p \\ v_j &= Q_r - \sum_{k=1}^j \mu_k, \quad j=1, 2, \dots, n_p \\ \rho_j &= \sum_{k=1}^j \mu_k, \quad j=1, 2, \dots, n_p \end{aligned}$$

Здесь Q - число деталей в партии, n - число операций в ТМ, j - номер операции в ТМ ($j = 1, 2, \dots, n$), а Δv_j - число деталей в партии, обработанных ГПС на операции j за сутки.

До начала обработки партии имеют место следующие соотношения:

$$\begin{aligned} v_j &= 0, \quad j=1, 2, \dots, n_p \\ \rho_j &= Q, \quad j=1, 2, \dots, n_p \\ \mu_1 &= Q_p \\ \mu_j &= 0, \quad j=2, \dots, n_p \end{aligned}$$

После окончания обработки партии

$$\begin{aligned} v_j &= Q, \quad j=1, 2, \dots, n_p \\ \rho_j &= 0, \quad j=1, 2, \dots, n_p \\ \mu_1 &= 0, \quad j=2, \dots, n_p \end{aligned}$$

Определив сменные и сменно-суточные задания по рабочим местам, можно осуществить соответствующую загрузку оперативного склада.

В четвертой главе рассматриваются методы задания хода производственного процесса на ГПС. Всякое объединение оборудования ГПС в единый производственный комплекс, в том числе и автоматизация как сферы материального производства, так и информационной технологии, приводящее к концепции интегрированных систем управления (ИАСУ) сводится к переработке дискретных сигналов, поступающих от оборудования ГПС и к выработке АСУ, представляющей собой компьютеризованную систему обработки информации, дискретных же сигналов, поступающих на исполнение агрегатами ГПС.

Для оперативного управления в реальном времени источниками сигналов на функционально полной ГПС являются:

- УВК диспетчерского уровня;
- Пункты группового управления (ПГУ);
- Устройства программного управления оборудованием;
- Персонал;
- Устройства управления роботами;
- Оборудование рабочих позиций;
- Пункты управления контролем качества;
- Оборудование контроля качества;
- Оборудование инструментальных позиций;
- инструментальных позиций;
- Оборудование позиций обеспечения приспособлениями;
- Пункты управления позиций обеспечения приспособлениями;
- Оборудование позиций установки и снятия деталей;
- Пункты управления позиций установки и снятия деталей;
- Агрегаты систем уборки производственных отходов;
- Оборудование АТСС;
- Пункты управления АТСС;
- Робототележки.

Эти же устройства являются адресатами, куда направляются сигналы от АСУ ГПС. Технически источники и адресаты сигналов, циркулирующих в контуре управления АСУ ГПС, классифицируются, как показано на схеме рис.6.

Принципиальным отличием ГПС от других производств является необходимость обработки больших объемов информации, причем потоки этой информации носят стохастический характер. Совокупность форм существования и представления информации в АСУ ГПС вместе с их взаимосвязями и будем называть информационной структурой ГПС. Аналогичным образом будем определять и функциональную структуру ГПС.

Для типовой структуры ГПС составлены информационная и функциональная структуры с соблюдением иерархии квантов информации и первичных функций управления. Эти классификационные структуры в полном виде приведены в Приложениях 1,2,3 и 4.



Рис.6. Классификация технической реализации источников и адресатов сигналов, используемых на ГПС.

Взаимозависимости между элементами информационной и функциональной структур, определяющие работу создаваемой АСУ ГПС, в формализованном виде могут быть записаны в графической, табличной или аналитической форме.

При графической форме записи изображаются прямоугольники, в которые вписываются коды выполняемых функций, и кружки с кодами источников и адресатов сигналов. Кружки и прямоугольники соединяются стрелками, соответствующими движению информационных элементов, и над стрелками надписываются коды соответствующих информационных элементов.

Указав, откуда поступают те или иные элементы функциональной структуры, какие над ними производятся преобразования (то есть какие используются элементы функциональной структуры), что получается в результате преобразования этого элемента информационной структуры, и куда поступает полученный результат, можно однозначно определить характер функционирования системы управления создаваемого гибкого участка.

Анализ этих зависимостей для различных участков показал, что их можно представить в виде инвариантных преобразований предварительно сформированных информационных сигналов. Эти информационные сигналы формируются для каждого конкретного участка в соответствии с представлениями разработчика о том, как должен протекать производственный процесс на данном участке.

Следовательно, в преобразовании информации, поступающей с технологического оборудования ГПС, в директивную информацию, подающуюся на исполнение, выделяется инвариантная часть и препроцессоры, формирующие входную информацию для этой инвариантной части.

Пример такой графической записи условий работы АСУ ГПС приводится на рис. 7.

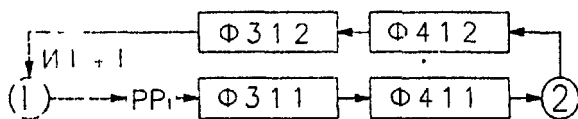


Рис. 7. Пример графического изображения взаимосвязей между элементами информационной и функциональной структур АСУ ГПС

Граф этого примера интерпретируется следующим образом.

"Текст УП для станков с ЧПУ (элемент И1.4.1), после работы соответствующего препроцессора (PP) передается (функция Ф3.1.1 - выдача УП для станков с ЧПУ в ПТУ на УВК диспетчерского уровня) из УВК диспетчерского уровня (код источника 1) и принимается (функция Ф4.1.1 - приём УП для станков с ЧПУ из УВК диспетчерского уровня) в пункт группового управления ПГУ (промежуточный код адресата 2). И отсюда же элемент И1.4.1 передается (функция Ф4.1.2 - выдача УП для станков с ЧПУ в УВК диспетчерского уровня) и принимается (функция Ф3.1.2 -

привм УП для станков с ЧПУ из ПГУ в УВК диспетчерского уровня) в УВК диспетчерского уровня (кодресата 1)".

Условия работы конкретной ГПС можно задавать также и в виде аналитических записей, где также указывается, что является источником данного сигнала, какой функцией АСУ преобразуется данный сигнал, что получается в результате такого преобразования и куда должен поступать преобразованный сигнал.

Аналитическая форма записи использует десятичные коды элементов информационной и функциональной структур и позволяет быстро и качественно перейти к уровню, понятному исполнителю программисту.

Пример такой записи выглядит следующим образом.

$$\Phi 3.2.6(\Phi 4.2.7(7 \rightarrow \text{ИЗ.2.4})) = \rightarrow (1)$$

Интерпретируется она следующим образом.

«Информация о состоянии рабочих позиций, объединяемых пунктом управления контролем качества (ИЗ.2.4) после работы соответствующего препроцессора принимается (функция $\Phi 4.2.7$) из этого пункта (код источника 7) и передается (функция $\Phi 3.2.6$) в компьютер диспетчерского уровня (кодресата 1)».

Такая форма записи позволяет в наглядной и обзорной сжатой форме отразить причинно-следственные взаимозависимости между информационными и функциональными структурами и использовать это для синтеза информационно-управляющих структур управления конкретным многономенклатурным дискретным производством.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Для целей инвариантного задания исходных данных предложена типовая структура гибкого многономенклатурного участка, из которого различные конкретные участки могут быть получены как частные случаи.
2. Предложена стратегия пополнения запасов центрального склада-накопителя на многономенклатурном участке, обеспечивающая связь данного участка с окружающей средой.
3. Предложена аналитическая формула для определения объема заявки, а также алгоритм имитационного моделирования при пополнении центрального склада-накопителя, что обеспечивает возможность эффективной эксплуатации ГПС.
4. Предложена методика пополнения оперативного склада участка из центрального склада-накопителя на основе сменно-суточных заданий для данного участка, что обеспечивает возможность полного использования технологического оборудования гибкого участка.

5. Для типовой структуры ГПС предложены источники и адресаты сигналов, определяющих производственную ситуацию, и аппараты для технической реализации этих сигналов.
6. Для типовой структуры ГПС предложены элементы информационной и функциональной структур
7. Взаимосвязь между элементами информационной и функциональной структур АСУ ГПС представлена в виде последовательного соединения программных препроцессоров, характерных для конкретного участка, и инвариантных блоков, что упрощает разработку АСУ ГПС.
8. Для инвариантных блоков предложены способы их графической и аналитической записи, что позволяет исключить неоднозначность при разработке АСУ ГПС.

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях:

1. Хасан Нур-И Описание функционирования многономенклатурного гибкого производства. // Теория и практика инженерных исследований: Материалы XXXVIII научной конференции аспирантов, преподавателей и молодых ученых. 22-25 апреля 2002 г. - М.: Изд-во РУДН, 2003. - С. 202-203.
2. Хасан Нур-И Формализация описания исходных данных для проектирования АСУ ГПС. // Теория и практика инженерных исследований: Материалы XXXIX научной конференции аспирантов, преподавателей и молодых ученых. 22-25 апреля 2003 г. - М.: Изд-во РУДН, 2004. - С. 6-7.
3. Хасан Нур-И, Чудаков А.Д. Верификация описания технологического процесса на гибком производственном комплексе. // Современные инженерные технологии: Материалы XL научно-технической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов инженерного факультета. Москва, 26-30 апреля 2004 г. - М.: Изд-во РУДН, 2004. - С. 144-146.
4. Хасан Нур-И, Чудаков А.Д. Задание функционирования центрального склада-накопителя гибкого автоматизированного участка. // ИТО. - 2005. - № 2. - С. 17-19.
5. Хасан Нур-И, Чудаков А.Д. Определение объема заявки для центрального склада-накопителя гибкого многономенклатурного производства. //СТИН.-2005. (в печати).

Нур-И-Хасан (Бангладеш)

**МЕТОДЫ ИНВАРИАНТНОГО ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА
ГИБКИХ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Диссертация посвящена разработке методов, обеспечивающих упрощение создания АСУ ГПС и повышение эффективности ее эксплуатации. С этой целью предложена стратегия пополнения центрального склада-накопителя гибкого участка необходимыми наименованиями заготовок в требуемом количестве, а также методика пополнения оперативного склада участка из центрального склада-накопителя. Разработаны информационные и функциональные структуры для максимально полной ГПС. Предложен способ графического и аналитического задания взаимосвязей между элементами этих структур, что однозначно определяет требуемое функционирование АСУ ГПС. Указанные взаимозависимости, отражающие представление разработчика о работе ГПС, могут быть непосредственно использованы исполнителями-программистами.

Noor-E-Hasan (Bangladesh)

**METHODS OF THE INVARIANT DESCRIPTION AND ANALYSIS OF
FLEXIBLE MULTINOMENCLATURE MANUFACTURES**

The thesis is devoted to development of the methods providing simplification of designing automated management information system of FMS and increasing efficiency of its operation. With this purpose strategy of updating of the central warehouse - store of a flexible site by necessary names of preparations in required quantity, and also a technique of updating of an operative warehouse of a site from the central warehouse - store is offered. Information and functional structures for maximum full FMS are developed. The way of the graphic and analytical task of interrelations between elements of these structures is offered, that unequivocally defines required functioning automated management information system of FMS. The specified interdependence reflecting representation of the developer about work of FMS, can be directly used by executors - programmers.

Подписано в печать 18. II. 05. Формат 60×84/16.
Тираж 100 экз. Усл. печ. л. . 1 Заказ 156

Типография Издательства РУДН
117923, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

05.12 - 05.13

1208

22 MAR 2005

