

КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

УДК 658.52.011.56.012.3.001

ХМЕЛЬНИЦКИЙ Сергей Анатольевич

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ
ИНЖЕНЕРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Специальность - 05.13.07

Автоматизация технологических процессов
и производств (промышленность)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев - 1992



00819770 (W)

Работа выполнена на кафедре
политехнического института

Научный руководитель - кандидат технических наук,
профессор
Ямпольский Л. С.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор
Гриша С. Н.
- кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Зак Ю. А.

Ведущее предприятие - указано в решении Совета

Защита диссертации состоится "21" декабря 1992 г.
в 15⁰⁰ часов на заседании специализированного Совета Д 068.14.07
по присуждению ученой степени доктора наук при Киевском
политехническом институте по адресу 252056, г. Киев, 56, проспект По-
беды, 37

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Киевского политехнического института

Автореферат разослан "20" ноября 1992 г.

Отзывы на автореферат диссертации в двух экземплярах,
заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять в адрес
Киевского политехнического института

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат технических наук,
доцент

В. Д. Романенко

А Н Н О Т А Ц И Я

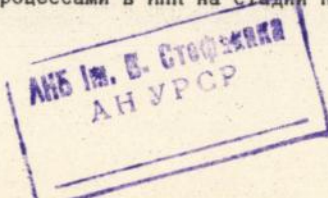
Целью диссертационной работы является повышение уровня автоматизации оперативного управления инженерно-производственными комплексами (ИПК) на стадии конструкторской подготовки производства (КПП) на основе модификации сетевых методов и построения корректных алгоритмов, позволяющих эффективно использовать ограниченные вычислительные ресурсы.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие задачи:

- выбран формализованный метод описания алгоритма управления ИПК на стадии конструкторской подготовки управления;
- разработан модифицированный сетевой метод анализа и синтеза алгоритмов оперативного управления инженерно-производственными комплексами с применением функционально-структурных кодов конструкторских подразделений;
- предложен метод декомпозиции алгоритмов управления в соответствии с принятой схемой распределенного управления;
- разработана методика построения корректных алгоритмов оперативного управления ИПК на стадии КПП;
- разработана методика применения экспертных оценок соответствия профессионального уровня конструктора сложности выполняемой проектной работы;
- создан и отлажен комплекс программ системы оперативного управления ИПК по выпуску средств технологического оснащения, реализующий разработанные алгоритмы.

Автор защищает:

- формальный аппарат описания алгоритмов организации управления функционированием ИПК;
- методику алгоритмизации задач управления информационными и материальными потоками;
- процедуру исследования корректности организации алгоритмов управления ИПК на базе метода декомпозиции;
- методику применения экспертных оценок соответствия квалификации исполнителя сложности выполняемого задания для разрешения конфликтов, возникающих в процессе синтеза алгоритмов управления ИПК;
- методику программной реализации проектирования алгоритмов управления производственными процессами в ИПК на стадии КПП.



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Научно-технический прогресс в современном машино- и приборостроении характеризуется интенсификацией производственных процессов, признаками которой являются значительное увеличение объема, расширение номенклатуры производства, сокращение циклов обновления продукции, рост удельного веса изделия, выпускаемых мелкими сериями. В этих условиях создание ИПК, обладающих "сквозным" производственным циклом (от проектирования - до выпуска готовой продукции), является одним из направлений, позволяющих комплексно автоматизировать единичное и мелкосерийное производство.

Проблемы автоматизации организации управления ИПК чаще всего рассматриваются для нижнего уровня в иерархии управления - собственно производства. Однако, проведенный анализ функционирования ИПК показал, что на уровнях конструкторской и технологической подготовки свойства алгоритмов организации управления идентичны свойствам аналогичных алгоритмов для уровня непосредственного производства: иерархия, параллельность, цикличность, конвейерность и альтернативность.

На стадии производства математическим аппаратом, позволяющим точно и наглядно отразить эти особенности, послужил аппарат сетей Петри. В работе сделана попытка создать единый формализованный подход к построению модели ИПК для всех стадий его функционирования на базе модифицированных сетей Петри с применением экспертных оценок для учета интеллектуальных аспектов производственных процессов стадии КПП.

Решение указанной проблемы проводилось в рамках хоз. договорных работ для предприятия машиностроения и приборостроения Украины.

Методы исследования. Основные результаты диссертационной работы получены и обоснованы с использованием методов системного анализа, теории множеств, теории графов, математической логики и теории сетей Петри.

Научная новизна работы заключается в следующем: предложен комбинированный аппарат описания организации функционирования инженерно-производственных комплексов для всех стадий производственного процесса, в том числе и КПП, на базе целенаправленно модифицированных сетей Петри и экспертных оценок, позволяющий на формальной основе

представлять иерархию управления ИПК, учитывать особенности производственных процессов: параллельность, конвейерность, альтернативность и цикличность; разработан метод анализа алгоритмов организации управления на корректность через декомпозицию их структуры; предложена методика экспертной оценки соответствия квалификации работника выполняемой им работе, позволяющая разрешать конфликтные ситуации, возникающие при синтезе алгоритмов управления.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в повышении эффективности работы конструкторских подразделений ИПК за счет снижения трудоемкости организации управления выполнения проектных заказов путем оптимального распределения проектных операций по исполнителям и сокращения сроков подготовки проектно-конструкторской документации. Разработанная методика проектирования алгоритмов организации управления ИПК на стадии КПП инвариантна к принципам функционирования и типам проектируемого оборудования (профилю ИПК), применяемым технологиям проектирования, что позволяет создавать программное обеспечение СОУ для широкого класса ИПК за счет возможности настройки на особенности реального объекта. Основные результаты, полученные в диссертационной работе, применимы при организации управления функционирования ИПК машиностроительного и приборостроительного профиля, ориентированных на единичное и мелкосерийное производство.

Реализация работы. Разработанные в диссертационной работе модели, методы и методики использованы автором при разработке программного обеспечения СОУ ИПК средств технологического оснащения (СТО), внедренного с экономическим эффектом 115 тыс. рублей на предприятиях машино- и приборостроения.

Апробация работы. Основные результаты докладывались и обсуждались на: I-ой зональной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов "Проблемы повышения производительности и качества продукции в условиях автоматизации машиностроительного производства" (г. Андропов, 1986 г), II-ой Межотраслевой научно-технической конференции "Роботизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении" (г. Житомир, 1987 г), IV-ой Всесоюзной конференции "Автоматизация поискового конструирования и подготовка инженерных кадров" (г. Волгоград, 1987 г), научно-технической конференции "Опыт

внедрения гибких производственных модулей на предприятиях приборостроения " (г. Львов, 1988 г), Ш-ей обласной межотраслевой конференции " Роботизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении " (г. Житомир, 1989 г), школе-семинаре " Проблемы создания и внедрения экспертных систем искусственного интеллекта " (г. Яремча, 1990 г).

Публикации. По теме диссертации автором опубликовано 7 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, 3 приложения и включает 104 страницы основного текста, 25 рисунков, 17 таблиц и список литературы из 64 наименований.

Во введении обосновывается выбор темы исследования, актуальность и практическое значение рассмотренных в работе проблем, формулируется цель и приводятся основные положения работы.

В первой главе проведен анализ современного состояния уровня автоматизации управления ИПК, по результатам которого определены иерархические уровни управления и системно-структурное строение ИПК. Исследование комплекса с позиции организации управления позволило выделить особенности работы подразделений на стадии конструкторской подготовки производства и сформировать требования, предъявляемые к математическим моделям функционирования ИПК. Определены задачи исследования.

Во второй главе предложены принципы моделирования и исследования производственных процессов и алгоритмов управления ИПК на стадии КПП с использованием модифицированных сетей Петри.

Определена система типовых блоков для синтеза структуры алгоритмов управления ИПК, однозначно описывающей особенности функционирования и взаимодействия его элементов, и выполнено временное нагружение этих блоков, что позволило сформировать общие выражения для расчета длительностей типовых взаимодействия. Определена двухуровневая модель принятия решений, описывающая на нижнем уровне процедуры выбора порядка выполнения проектных работ при заданном функционально-структурном коде ИПК, а на верхнем - процедуры функционально-параметрической настройки сетевой модели организации функционирования на изменяющиеся внешние влияния.

В третьей главе, используя результаты проведенного структурно-функционального анализа ИПК СТО, систематизирован перечень возможных проектно-конструкторских работ, характерный для единичного и мелко-серийного производства, обладающий широким диапазоном приложения к различным видам проектируемого оборудования.

Предложен комбинированный подход к проектированию процессов организации работы конструкторских подразделений ИПК СТО на базе сочетания методов экспертного анализа и сетевого моделирования функционирования, что позволило значительно упростить процесс синтеза алгоритма управления и программно упростить реализацию принятия решения: на его основе разработана методика синтеза корректных алгоритмов организации функционирования ИПК с применением декомпозиции представления объекта управления используя ИР-сети Петри. На примере конкретного типового конструкторского бюро проведено его формализованное описание, сгенерирован его ФС-код, по которому построена сетевая модель, дана экспертная оценка соответствия квалификации исполнителя сложности плановых проектных заказов, синтезировано несколько корректных алгоритмов функционирования этого подразделения, удовлетворяющих условиям стратегии управления, что обуславливает практическую ценность предложенной методики.

В четвертой главе изложены принципы построения алгоритмического и программного обеспечения СУ ИПК СТО. Предложена структурная схема организации пакета программ, в основе которого лежит программа-интерпретатор, позволяющая настроить пакет на конкретный структурно-функциональный состав ИПК. Описаны состав комплекса программ системы, алгоритмическое обеспечение и структуры используемых баз данных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Объективными предпосылками последних лет перед современным производством ставится задача разработки и внедрения автоматизированных систем управления инженерно-производственными комплексами с замкнутым производственным циклом, что обеспечит многократное повышение производительности труда, сокращение длительности производственного цикла, улучшение качества продукции, гибкость производства, возможность быс-

трой адаптации к проектированию и выпуску новой продукции.

В связи с этим возникает задача комплексного подхода к планированию и управлению процессом разработки и производства изделия - от разработки комплекта конструкторской документации (КД) до выпуска готовой продукции. Помимо стадии проектирования, конструкторской подготовки и стадии производства продукции, производственный цикл включает в себя еще и стадию технологической подготовки производства, где решаются задачи написания технологического процесса изготовления изделий, нормирования технологических операций и т. д.

Проведенный анализ современного уровня автоматизации организации управления ИПК показал, что основное внимание уделялось автоматизации функционирования комплекса на стадии производства, при этом ИПК рассматривался как гибкая производственная система (ГПС), на вход которой поступают материалы (заготовки), диспетчерский график, информация о степени загрузки оборудования и решается задача обеспечения выпуска объема продукции V за период T_{pl} , используя имеющиеся в наличии ресурсы R . Однако, несложно заметить, что подобные задачи управления решаются и на других стадиях производственного цикла ИПК, например, выпуск комплекта КД для производства продукции (V) за плановый период T_{pl} силами конструкторских подразделений R . Несложно заметить аналогию и в задачах, решаемых на других иерархических уровнях управления ИПК. Но, несмотря на указанное сходство, попыток построить единую формализованную модель ИПК для всего производственного цикла не проводилось. Одна из причин тому - интеллектуальный характер труда на первых двух стадиях цикла (конструкторской и технологической), что затрудняет формализованное описание процесса проектирования аналогично описанию технологическому процессу изготовления детали. Вторая трудность заключается в необходимости применения экспертных оценок при разрешении конфликтных ситуаций при диспетчировании проектных заданий (одно задание - несколько "свободных" исполнителей, и наоборот, несколько заданий - один исполнитель).

В данной диссертационной работе впервые сделана попытка построения единой формализованной модели ИПК для всех стадий производственного цикла.

ИПК как объекту управления (ОУ) характерны следующие специфичес-

кие особенности: 1) дискретность и конвейерность материальных потоков; 2) параллельность и конкурентность за ресурсы технологической системы при изготовлении и проектной - при разработке КД; 3) альтернативность и цикличность выполнения производственных (проектных) задания. Кроме того, при организации управления ИПК на основе формализованной модели протекающих производственных процессов (ПП) следует учитывать ряд условий корректности: 1) управляющий процесс не должен приводить к тупиковым ситуациям в функционировании ИПК, т.е. любое задание должно быть выполнено; 2) любая операция, выполняемая ресурсами технологической (проектной) подсистемы, не может быть повторно начата до ее завершения; 3) не должно возникать взаимных блокировок из-за конкуренции в использовании общих ресурсов, т.е. должно быть предусмотрено разрешение всевозможных типов конфликтных ситуаций в системе. Среди существующих методов формализации ПП, удовлетворяющих специфике ИПК и условиям корректности, наибольшее применение находят методы теории графов и сетей. Следует также учесть, что эти методы с успехом были применены при построении формализованной модели ИПК для стадии производства. Это обусловлено тем, что методы математического программирования, эвристические методы, конечные автоматы и др. не учитывают в полной мере вышеперечисленные особенности функционирования ИПК, не обладают в достаточной степени возможностями формального исследования возникновения тупиковых ситуаций в технологической и проектной подсистемах или не приемлемы из-за трудоемкости формирования и большой размерности применяемых моделей. Следовательно, качество и надежность формируемого алгоритма организации функционирования ИПК может быть обеспечена только тогда, когда гарантируется корректность и учитываются все особенности управления объектом.

Необходимость синтеза безтупиковых алгоритмов управления, адекватность представления особенностей функционирования ИПК и возможность снижения размерности исследуемых моделей определяет для этих целей аппарат сетей Петри (СП). Однако, классический аппарат СП не удовлетворяют всем поставленным требованиям и требуют в связи с этим некоторой модификации.

Как и для любого сложного дискретного объекта автоматизации, процесс проектирования системы оперативного управления (СОУ) ИПК представляется в виде последовательности трех этапов: 1) формализованного описания объекта управления; 2) синтеза алгоритма организации функционирования; 3) программной реализации синтезированного алгоритма.

На первом этапе необходимо определить механизм и особенности процессов, протекающих в ИПК, и создать его адекватное некоторым требованиям и уровню деятельности представления. Математическое моделирование дискретных процессов основано на двух особенностях: оперирование над отдельными элементами материальных и информационных потоков, возможность разделения ПП на отдельные элементарные взаимодействия - подпроцессы, операции. С этой точки зрения ПП ИПК удобно представлять в иерархической форме в виде типовых подпроцессов, вид которых определяется особенностями функционирования комплекса на стадии КПП.

При использовании сетей Петри (СП) в качестве аппарата для построения алгоритмов управления ИПК используется следующая интерпретация элементов сети: переходы - работы, выполняемые КБ на стадии проектирования, позиции - условия, определяющие смену работ (наличие "свободного" исполнителя). Метками помечаются отдельные плановые заказы и, т. о., маркировка сети однозначно описывает текущее состояние ОУ. Введем понятие функционально-структурного кода (ФС-кода) сети: $\langle P^*, V^*, f \rangle$, где $P^* \subset P$ - подмножество функциональных элементов подразделения, $V^* \subset V$ - подмножество функций, выполняемых подразделениями, $f: P^* \rightarrow V^*$ - функция соответствия квалификации исполнителя сложности выполняемой проектной работы. Таким образом, ФС-код описывает набор функций подразделения из общего перечня работ ИПК на стадии КПП, а также через этот набор и функцию $f_{\text{ти}}: V \times V \rightarrow \{0, 1\}$ определяет ФС-связи элементов подразделения ИПК, представляемым данным фрагментом иерархической раскрашенной сети Петри (ИР-сети). Следует отметить, что задав ФС-код подразделения, легко построить его сетевое представление, а построив матрицу инцидентности пар проектных работ - определить маркировку этой сети.

Для отражения типовых взаимодействий в работе определена систе-

ма типовых блоков: К - конвейерность (непрерывность поступления проектных заданий); П - параллельность (одновременное выполнение проектных операций несколькими исполнителями); У - альтернативность (отображение конфликтных ситуаций); Ц - цикличность (возможность повторного выполнения операций в случае их некачественного выполнения).

К-блоком называется корректно сформированный блок, состоящий не менее чем из двух позиций и одного внутреннего перехода, для которого выполняются условия: 1) $\forall t \in T, \forall p \in P: |t| = |p| = 1,$

$$|p| = |p'| = 1; \quad 2) \forall t \in T, \forall \omega \in \text{МЦС}: \lambda_t(p, \omega) = 1.$$

П-блоком назовем корректно сформированный блок, состоящий не менее, чем из двух внутренних переходов $|T^*| \geq 2$, для которого выполняются условия: 1) $\forall p \in P: |p| = |p'| = 1;$

$$2) \forall t \in T^*: |t| = |t'| = 1; \quad 3) |t^*| = |t^{\circ}|$$

$$4) \forall \omega_k \in \text{МЦС}^n \exists \omega_j \in \Omega: \lambda_{t^{\circ}}((p_{t^*}, \omega_j), (p_{t^*}, \omega_j), \dots$$

$$\dots, (p_{t^*}, \omega_j)) = 1, \quad |t^{\circ}| = n, \quad k = \overline{1, n}.$$

У - блок - это корректно сформированный блок, для которого выполняются условия: 1) $|T^*| \geq 2; \quad |P| = 2; \quad 2) \forall t \in T: |t| =$

$$= |t'| = 1; \quad 3) \forall p_i \in t^*, \forall p_j \in t^{\circ}: |p_i| = |p_j| = |T^*|,$$

$$|p_i| = |p_j| = 1; \quad 4) \forall \omega_i \in \text{МЦС}_{t^*} \exists \omega_j \in \Omega: \lambda_{t^{\circ}}(p_j, \omega_j) = 1;$$

$$\forall \omega_i \in \text{МЦС}_{t^*} \exists t \in T^*: \lambda_t(p_i, \omega_i) = 1;$$

Циклическим Ц-блоком называется блок, состоящий из двух внутренних переходов ($|T^*| = 2$) и двух позиций ($|P| = 2$), такой, что:

$$1) \forall t \in T: |t| = |t'| = 1; \quad 2) p_i \in t^*, \quad p_j \in t^{\circ}: |p_i| = |p_j| =$$

$$= 1, \quad |p_i| = |p_j| = 2; \quad 3) \forall \omega_i \in \text{МЦС}_{t^*} \exists \omega_j \in \Omega: \lambda_{t^{\circ}}(p_j, \omega_j) =$$

$$= \lambda_t(p_j, \omega_j) = 1, \quad \text{где } t \in p_j.$$

Иерархической раскрашенной сетью называется сеть $N = \{N_i\}$, состоящая из конечного множества корректно сформированных блоков К, П, У, Ц, где $N_i = (P, T, F, N, \Omega, \lambda, \psi, \mu_0)$.

Множество N - частично упорядочено. Графически отношения между

сетями задаются деревом, корнем которого является старшая сеть N_0 , которая может и не быть корректно сформированной. Для любых двух сетей N^H и N^K , соответствующих начальной и конечной дугам дерева отношений сети N_H , присутствует особый переход, называемый переходом-дублером блока N_K . Переход-дублер в ИР-сети изображается двойным прямоугольником с обозначением ϵ_i^D . Блок N_K дублируется переходом ϵ_k^D и принадлежит только сети верхнего уровня. Переходу-дублеру ставятся в однозначное соответствие множества переходов-источников и переходов-стоков.

Для алгоритмов управления ИПК переходы-дублеры ИР-сети означают следующее: каждому дублеру соответствует подалгоритм, сам являющийся алгоритмом, описание которого задается дублируемым блоком. Если в дублируемом блоке содержится свой переход-дублер, то ему также соответствует свой подалгоритм, но более низкого уровня иерархии; и так до самого нижнего уровня, где переход-дублер является оператором. Связь алгоритмов по уровням иерархии задается деревом отношений.

В работе определена операция подстановки (замещения) перехода-дублера старшей сети сетевым блоком более низкого уровня иерархии согласно дереву отношений, при этом определены правила замещения входных и выходных переходов блока и допустимых распределений цветов меток переходами-источниками, стоками и их распределениями.

Условие живости ИР-сети, описывающей алгоритм управления ИПК, интерпретируется как обязательное выполнение всех плановых заказов (возбуждение всех переходов) при заданных начальных условиях (начальной маркировке).

Условие безопасности в ИР-сети, описывающей алгоритм управления ИПК, интерпретируется как невозможность повторного инициирования выполнения какой-либо из работ до полного ее завершения. (невозможность повторного срабатывания возбужденного перехода).

Следует учитывать, что для любого фиксированного периода времени практически никогда не требуется выполнение всех возможных работ, которые может выполнять подразделение и, таким образом, в сети, описывающей алгоритм функционирования КБ будут присутствовать переходы, не имеющие условий для возбуждения. В таком случае возникает необходимость в процедуре прямого и обратного преобразования ИР-сети за счет подстановки в (и исключения из) нее сетевых блоков. При этом

выделим следующие варианты таких взаимных преобразований:

- а) $\Pi \longleftrightarrow K$ (переход ϵ_2^*);
 б) $Y \longleftrightarrow K$ (переход ϵ_2^*);
 в) $\Pi \longleftrightarrow K$ (переход ϵ_2^* и позиции ρ_2 и ρ_4);

Таким образом, в качестве сетевой модели структуры алгоритма организации управления ИПК можно использовать ИР-сеть Петри.

Сетевой моделью структуры алгоритма организации управления называется ИР-сеть $N_y = \{ N_i \}$ адекватная конструкции $D = (B, C, TH, A)$,

такая, что $N_i = (P_i, T_i, F_i, H_i, \Omega_i, \lambda_i, \psi_i, \mu_{o_i})$ -сетевая модель подалгоритма: $P = \{ \rho_i \mid i = \overline{1, m}, \rho_i = f_1(\alpha_i), \alpha_i \in A \}$;

$T = \{ \tau_j \mid j = \overline{1, n}, \tau_j = f_2(b_j), b_j \in B \}$;

$B = \{ b_j \mid j = \overline{1, n} \}$ - множество функция (работ) КБ ИПК;

$\Omega = \{ \omega_r \mid r = \overline{1, l}, \omega_r = f_3(c_r), c_r \in C \}$;

$C = \{ c_r \mid r = \overline{1, l} \}$ - множество работ (заказов) на проектирование;

$f_{TH}: B \times B \longrightarrow \{ 0, 1 \}$ - взаимосвязь пар проектных работ;

$f_c: C \longrightarrow V^*$ - отображение, определяющее для плановых заказов подмножества плановых работ, V^* - множество всех подмножеств V ;

$f_B: V \longrightarrow A$ - отображение определяющее подмножество возможных исполнителей работ;

$A = \{ \alpha_i \mid \alpha_i = f_4(b_j), b_j \in B, i = \overline{1, I} \}$ - множество исполнителей КБ (I - определяет мощность этого множества);

$TH = \{ \tau_i^r \mid \tau_i^r = f_5(c_r), c_r \in C, r = \overline{1, L} \}$ - последовательность выполнения проектных работ для планового заказа r (проектная технология);

$\lambda = \{ \lambda_i \mid i \in T, \lambda_i = f_2(TH) \}$, $\psi = \{ \psi_i \mid i \in T, \psi_i = f_3(TH) \}$.

Для исследования ПП с целью обнаружения недопустимых состояний и определения условий корректного протекания рассмотрен метод исследования свойств формальной правильности (живости и безопасности) сетевых моделей организации функционирования ИПК. Доказано, что эти свойства справедливы, если они присущи старшей компоненте ИР-сети. Определено, что ИР-сеть, состоящая из системы типовых блоков, является

правильной. Разработанный алгоритм анализа свойств живости и безопасности основан на декомпозиции общего алгоритма управления ИПК на отдельные сетевые блоки (например, работа отдельного КБ) и пошаговом исследовании их свойств и внутренних взаимодействий с целью дальнейшей, если это возможно, их декомпозиции. В предлагаемом механизме учитываются все особенности распределения ресурсов конструкторских подразделений по проектным заказам, что позволяет реализовать проверку и корректировку состояний системы без построения и анализа всех возникающих ситуаций при выполнении ПП.

В работе выполнено временное нагружение типовых блоков и приведены общие выражения для расчета длительностей типовых взаимодействий в подразделениях (типичные последовательности выполнения проектных операций), определено, что общая длительность производственного цикла ИПК на стадии КПП представляется иерархической совокупностью формул расчета длительности выполнения проектных заказов отдельными подразделениями и исполнителями.

Для разрешения типовых конфликтных ситуаций в работе используются экспертные оценки для установления экспертного отношения квалификации исполнителя сложности выполняемой (предлагаемой к выполнению) проектной операции. Значения, приведенные в таблицах работы для разрешения конфликтов, как правило, индивидуальны для каждого предприятия и зависят от степени корреляции параметров проектных работ (сложность, новизна, ...) и исполнителей (квалификация, опыт, специализация, ...). В работе приведена методика расчета этих коэффициентов и ее апробация на примере подразделения ИПК средств технологического оснащения киевского производственного объединения "Электронмаш".

На основе рассмотренного аппарата моделирования и предложенной методики разработано алгоритмическое и программное обеспечение СОУ ИПК СТО. Главной отличительной особенностью и принципом построения программного обеспечения является организация управления на основе использования и интерпретации сетевых управляющих моделей. Центральное звено пакета - программа-интерпретатор, осуществляющая настройку всего комплекса программ на конкретный ФС-код подразделения и перечень плановых проектных работ на период с учетом текущей загрузки исполнителей.

Пакет программ "ИПК-1" построен по модульному принципу, что обеспечивает возможность его расширения для программирования дополнительных функций ИПК и связи с другими пакетами программ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Анализ структурно-функциональной организации ИПК и рассмотрение их с позиции комплексной автоматизации сквозного производственного цикла показал необходимость единого методологического подхода к созданию средств формализованного исследования процессов функционирования и организации управления в ИПК.

2. Разработаны принципы формирования моделей алгоритмов организации управления ИПК на стадии КПП, опирающиеся на аппарат сетей Петри. Обоснована модификация иерархических раскрашенных сетей Петри на базе предложенной системы типовых блоков и операции подстановки перехода с применением ФС-кода подразделения, отражающих основные структурные особенности в организации процессов функционирования на стадии КПП.

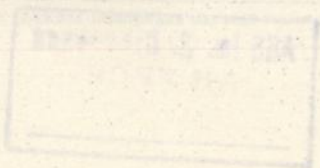
3. Предложен метод анализа структуры алгоритмов организации управления ИПК для стадии КПП, основанный на декомпозиции описания алгоритмов в иерархическую систему типовых блоков, позволяющей снизить трудоемкость процедуры исследования на корректность,

4. Разработана комбинированная методика синтеза корректных алгоритмов управления ИПК с применением методов экспертных оценок, позволяющая упростить процесс организации управления за счет типизации возникающих конфликтных ситуаций и учета статистической информации при их разрешении.

5. Разработана методика программной реализации алгоритмов управления ИПК на стадии КПП, использующая принцип интерпретации иерархического сетевого описания и отличающаяся высокой степенью использования ограниченных вычислительных ресурсов.

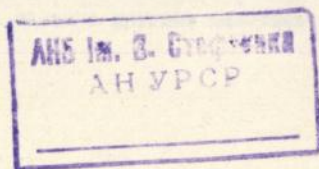
6. С помощью предложенных моделей и методик разработан пакет программ "ИПК-1", отличающийся высокой степенью универсальности, что позволяет осуществлять настройку пакета на конкретный функциональный состав конструкторских бюро и перечень проектных заказов в режиме генерации. Пакет программ реализован в среде ОС РВ 3.1 на мини-ЭВМ СМ 1420.03.

7. Эффективность разработанного в работе формального аппарата, методик и программ подтверждена их успешным использованием при создании АСУ ИПК СТО Киевского ПО "Электронмаш" с существенным экономическим эффектом.



Основные положения диссертации опубликованы
в следующих работах:

1. Борусан А. В., Лавров А. А., Остапченко К. Б., Хмельницкий С. А., Подсистема оперативного управления гибкими производственными системами // Роботизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении: Тез. докл. Научно-техн. конф. - Житомир, 1987. - с. 40-41.
2. Калинин О. М., Хмельницкий С. А. Метод итеративного поиска оптимальных компоновочных решений гибких производственных систем // Проблемы повышения производительности и качества продукции в условиях автоматизации машиностроительного производства: Тез. докл. I-я зональной науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов: Андропов, 1986, с. 51-52.
3. Система оперативного планирования и управления инженерно-производственными комплексами / Хмельницкий С. А., Ямпольский Л. С., Богданов А. В. // Механизация и автоматизация упр. - 1991. - № 1 - с. 22-26.
4. Хмельницкий С. А. Автоматизация процесса поиска оптимальных компоновочных решений ГПС // Автоматизация поискового конструирования и подготовка инженерных кадров: Тез. докл. IV Всесоюз. научной конф.: Волгоград, 1987. - ч. II с. 183-185.
5. Хмельницкий С. А. Программные средства системы оперативного управления гибким автоматизированным участком механообработки / В кн.: Ямпольский Л. С., Банашек З., Автоматизация проектирования и управления в гибком производстве. - Киев: Техника: Варшава- Науч. - техн. изд-во, 1989. - 214 с.
6. Хмельницкий С. А. Сетевые модели функционирования ИПК / В кн. Управление дискретными процессами в ГПС // Под ред. проф. Ямпольского Л. С. - К.: Техника, 1992. - 251 с.
7. Ямпольский Л. С., Хмельницкий С. А. Особенности построения автоматизационной системы управления единичного мелкосерийного производства // Роботизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении: Тез. докл. III Областной межотраслевой конференции: Житомир, 1989, с 7-8.



Подп. к печ. 5. 11. 92.

Формат 60×14 $\frac{1}{2}$ Бумага Тим №2

Печ. офс. Усл. печ. л. 0,93

Уч.-изд. л. 0,66 Тираж 100

Зак. А-3514 . Бесплатно.

Киевская книжная типография научной книги. Киев, Репина, 4.

Ar 26.139
AV 26.139