

М87699

Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

На правах рукописи

Мынжасаров Рахымбай Исатаевич

**РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ
НА ПРИНЦИПАХ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

08.00.28 — организация производства
(промышленность)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва — 1993

Работа выполнена в Московском государственном техническом университете имени Н. Э. Баумана.

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Колобов А. А.

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,
профессор Парамонов Ф. И.

кандидат технических наук,
доцент Шалимов Б. С.

Ведущая организация: НПО «ОРГСТАНКИНПРОМ»,
г. Москва

Защита состоится *18 октября* 1993 г. в *10⁰⁰* час.
на заседании сг *16* в
Московском го *ете*
им. Н. Э. Баума *ан-*
ская ул., д. 5.

С диссертаци *реке*
Московского го *гета*
им. Н. Э. Баума

Ваш отзыв *чен-*
ный печатью, п

Телефон для

Автореферат

Ученый се
специализиров
д, т. н., п

МР7699

Г.

Подп. к печ. 24.05

ЭКЗ.

Типография *МГТУ им. Н. Э. Баумана*

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

66978 W 1087699

Актуальность исследования. В настоящее время машиностроительное производство, характеризующееся относительно быстрой сменой поколений всей номенклатуры выпускаемых изделий, непрерывной модификацией их в пределах каждого поколения при мелкосерийном типе производства, нуждается в совершенствовании производства, его организации и технологии, с наиболее полным и экономичным использованием всех ресурсов. Признавая сегодня кризисное состояние нашей экономики и отставания в машиностроении, положение дел с научно-техническим прогрессом можно охарактеризовать не иначе, как весьма тревожное. Причины отставания машиностроения известны. Они неотделимы от отставания в экономическом и социальном развитии страны. Сложившаяся структура производственного потенциала страны непрогрессивна, техническая и технологические базы производства во многом устарели и требуют замены морально устаревшего оборудования и устаревших технологий, что наряду с недостаточной квалификацией кадров препятствует не только внедрению принципиально новых технологий, но и использованию всесторонне отработанных наукой и проверенных практикой ресурсов: бережущих технологий, быстрой смене продукции машиностроения. Поэтому большую актуальность приобретают задачи повышения эффективности машиностроительного производства, требующие разработки новых технологических процессов, обеспечивающих необходимый уровень качества изделий, направленных на повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции и разработки новых методов организации производства. В процессе производства деталей на эффективную работу станков, влияют организационные методы, т.е. нужно формировать таких планов запуска деталей и расписаний, таких вариантов группирования деталей операций, которые позволили бы минимизировать затраты на операции, по переналадке оборудования, транспортировке, а также сокращение простоев оборудования и сокращение сроков производства деталей.

Цель и задачи исследования. Основной целью данной работы является разработка организационных и технико-экономических методов оптимизации функционирования производственных систем в условиях модульной технологии, обеспечивающих минимизировать длительность цикла обработки деталей и сократить производственные затраты.

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1087699

Мынжасаров Р.И. Разработк

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ существующих методов технологии и основных положений проектирования модульной технологии.
2. Разработать организационных форм реализации принципов модульной технологии для построения производственных систем.
3. Разработать и обосновать критерий эффективности функционирования производственных систем в условиях модульной технологии.
4. Разработать метод моделирования производственного процесса, позволяющего минимизировать длительность цикла обработки.
5. Разработать алгоритмы аналитического расчета длительности цикла обработки по стоимостным критериям.
6. Разработать экономико-математическую модель оптимизации длительности цикла.

Предметом исследования в настоящей работе являются вопросы теории и методов повышения эффективности функционирования производственных систем в условиях модульной технологии.

В качестве объекта исследования выбрана одна из ведущих отраслей машиностроения – станкостроительная промышленность.

Методы исследования. Для решения поставленных в диссертации задач использовались принципы групповой и модульной технологии и построения экономико-математических моделей, а также разработанный метод моделирования производственного процесса.

Научная новизна проведенного исследования состоит в следующем:

1. Предложен метод разработки типовых модульных технологических процессов изготовления детали.
2. Разработан и обоснован критерий эффективности функционирования производственных систем.
3. Разработан рациональный метод моделирования производственного процесса, позволяющий минимизировать длительность цикла обработки (метод перестановок).
4. Разработаны алгоритмы аналитического расчета длительности цикла обработки интегральных модулей поверхностей (МПИ) деталей, позволяющие по стоимостным критериям установить порядок обработки модульных поверхностей комплекта деталей.

Практическая ценность работы. Разработанные в диссертации экономико-математическая модель оптимизации длительности цикла

и метод разработки типовых технологических процессов изготовления детали позволяет машиностроительному предприятию в условиях единичного и мелкосерийного производства:

- организовать поточный метод изготовления деталей;
- сократить объем и сроки технологической подготовки производства (ТПП), а также расходы на технологическую оснастку;
- минимизировать длительность цикла обработки за счет установления оптимальной последовательности запуска деталей в обработку;
- снизить трудоемкость ТПП;
- снизить себестоимость изготовления деталей;
- повысить эффективность механической обработки заготовок и ее автоматизации.

Апробация результатов исследования. Основные теоретические и методические положения диссертационной работы были доложены и положительно отмечены на заседаниях кафедры "Экономика и организация производства" МГТУ им.Н.Э.Баумана, на республиканской научно-технической конференции "Научно-технический прогресс и экология", Актау, 1992 г. и на заседаниях НТС Тушинского машиностроительного завода и Московского ПО "Станкостроительный завод" им.С.Орджоникидзе.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы четыре печатные работы.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, двух приложений, 38 рисунков, заключения и списка литературы, включающего 97 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается выбор темы исследования, ее актуальность, связь с народнохозяйственными проблемами; формулируются цели и задачи, основные научные положения.

В первой главе - "Анализ состояния современных методов организации построения технологических процессов" - проведен анализ существующих методов технологии и организационных форм изготовления деталей, а также основных положений проектирования модульной технологии.

Современная технология механической обработки заготовок

строится по принципу обработки отдельных поверхностей, из которых состоит деталь. Это справедливо для единичных, типовых и групповых технологических процессов.

Существующая на многих заводах устаревшая система ТПП, базирующаяся на разработке и применении единичных технологических процессов, не способствует техническому прогрессу.

Методика типизации технологических процессов для сходных по конфигурации и технологическим особенностям деталей, предусматривающая их изготовление по одинаковым технологическим процессам, в результате классификации устанавливает огромное количество типов деталей. Следовательно, и типовых процессов получается очень большим. Развитием идей типизации технологических процессов является метод групповой обработки, объединяющий детали по применяемому для обработки типу оборудования, единству технологического оснащения, общности постройки станка с использованием комплексной детали.

Главным препятствием для широкого внедрения типовых и групповых процессов является ошибочный выбор объекта классификации, исходного для построения технологического процесса. Когда за объект классификации принимают детали, разбиение их на типы усложняется потому, что они описываются большим числом характеристик.

С целью устранения недостатков существующих методов построения технологических процессов, проф. Б.М.Базровым была разработана модульная технология, которая объединяет преимущества единичного, типового и группового процессов, т.е. учитывает специфику изготавливаемой детали, сохраняет типизацию решения на уровне частей технологического процесса, решает задачу организации партий деталей не только малкосерийном, но даже и в единичном производстве, а также приобретает гибкость.

В качестве объекта классификации принимают сочетание поверхностей, предназначенных для совместного выполнения законченной служебной функции детали. Такое сочетание поверхностей или отдельная поверхность называется модулем поверхностей (МП).

Анализируются также другие этапы проектирования модульной технологии:

- формирование интегральных модулей;
- анализ размерных связей МП;
- формирование маршрута и операций обработки.

Во второй главе - "Организационные формы построения производственных систем в условиях модульной технологии" - рассматриваются основы модульной технологии, проводится исследование влияния конструктивно-технологических параметров деталей, представленных совокупностями МП, на организационные формы производственных систем; обосновывается и разрабатывается критерий эффективности функционирования производственных систем.

Исследование множества деталей различного назначения и входящие в различные изделия показывает, что все они состоят из ограниченного количества МП. На основе изучения и анализа служебного назначения поверхностей деталей, разработана классификация МП, охватывающая всю их номенклатуру (рис.1).

Согласно классификации все МП деталей делятся на три класса: базисные МП - это поверхности деталей, с помощью которых определяется ее положение в сборочной единице. Рабочие МП определяются служебным назначением машины. Связующие МП не принимают участия в выполнении детали своего назначения, а служат для объединения МПБ и МПР и придания деталям конструктивных форм и размеров. В дальнейшем МП группируются по конструктивным признакам, учитывающим характер расположения и геометрию поверхностей.

На основе этой классификации любую деталь можно расчленить на МП или создать из этих МП любую деталь, входящую в эту классификацию.

Разработка технологического процесса представляет собой разработку технологии изготовления МП, из которых состоит деталь. Поскольку детали содержат десятки и сотни МП, а это в свою очередь увеличивает число модульных технологических процессов, поэтому все МП объединяются в группы, основой которых являются конструктивные признаки, отражающие их связь со служебным назначением, называемые интегральные МП (МПИ).

Таким образом, МПИ - это сочетание поверхностей конструкторского модуля с сопутствующими ему МП, которые объединяют общие размерные связи.

Ограниченность номенклатуры МП позволяет в основу разработки модульных технологических процессов изготовления деталей положить типовые технологические процессы МП. Поэтому на МП каждого наименования разрабатывается группа типовых технологических процессов, называемые технологическими блоками (ТБ), учиты-

М О Д У Л И поверхностей деталей

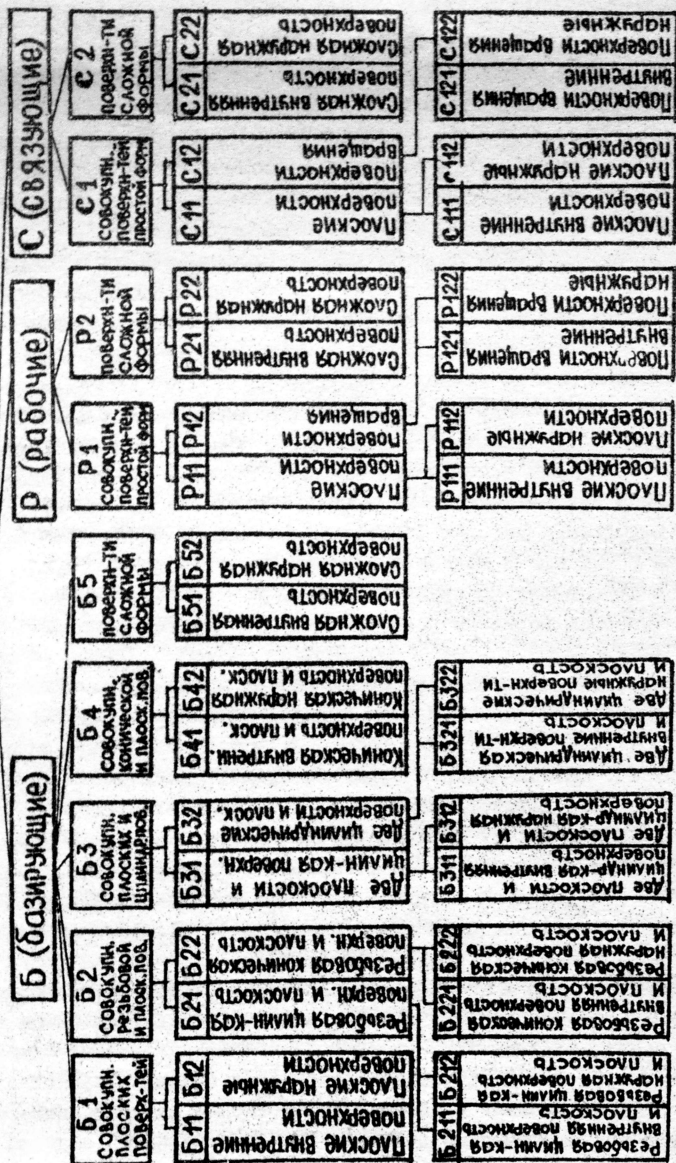


Рис. 1 Классификация модулей поверхностей

ващих его разнообразие по размерам, материалу, требованиям к качеству и точности.

Типовой ТБ включает метод обработки, технологические переходы и инструментальные наладки. Это позволит использовать его на любом предприятии после некоторой доработки на стадии проектирования операции.

Таким образом, в основу модульной технологии положено изготовление МП.

Разработка модульного технологического процесса изготовления детали включает:

- представление детали как совокупности МП;
- установление конструкторских размерных связей;
- формирование МПИ из МП детали;
- выбор технологических баз и последовательность обработки МПИ;
- разработка технологического блока ТБ для изготовления МПИ;
- разработка маршрута технологического процесса и проектирования операции.

На рис.2 представлена структура формирования модульной технологии. Пример реализации метода получения интегральных МП представлен на рис.3.

Таким образом, результатом модульного технологического процесса является ТБ по изготовлению МПИ.

Анализ МП деталей показывает, что различные детали имеют МПИ одного обозначения и, следовательно, могут быть обработаны на одном и том же станочном модуле по соответствующему ТБ. Результатом исследования влияния конструктивно-технологических параметров деталей на организационные формы явилась объединение МП разных наименований под один станочный модуль, что производилось по конструктивным признакам, методам обработки и кинематике формообразующих движений. Исследование показывает, что для всех деталей сложно обеспечить прямоточность и ритмичность, это объясняется различием в маршрутах обработки деталей, а также тем обстоятельством, что и одни и те же станки заняты под обработку деталей разных наименований.

Использование модульной классификации обрабатываемых поверхностей деталей позволяет для большого массива деталей формировать однонаправленный технологический маршрут обработки, что дает возможность формировать оптимальный номенклатурный план

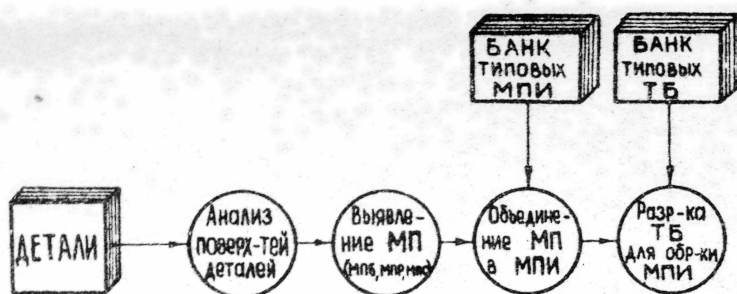


Рис.2 Структура формирования модульной технологии

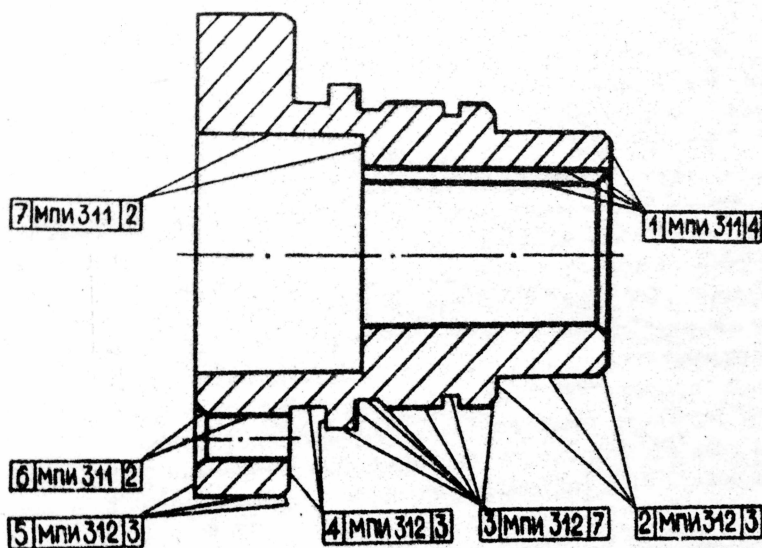


Рис.3 Формирование интегральных модулей поверхностей из МП

предметно-специализированных производственных участков. Планировка таких участков должна строиться по модульному принципу, исходя из прямооточности движения закрепленных за участком деталей.

После прохождения каждого участка комплект закрепленных деталей расформировывается и при необходимости дальнейшей обработки детали закрепляются в новые комплекты для обработки на других участках. Блок-схема последовательного комплектования деталей в модульные группы представлена на рис.4.

При планировании работы подобных предметных модульных участков с целью минимизации длительности цикла обработки можно использовать матричный метод моделирования производственных процессов. Задача заключается в создании такой последовательности запуска деталей в обработку, которая обеспечивала бы минимальную длительность цикла обработки всего комплекта закрепленных за участком, деталей.

Матричный метод моделирования производственных процессов представляет собой математический метод нахождения оптимальной последовательности обработки деталей, минимизирующий цикл их обработки. При этом величина простоев станочных модулей и время пролеживания деталей в ожидании обработки принимают минимальные значения.

Однако минимум длительности производственного цикла обработки деталей не является единственным критерием оценки эффективности работы производственной системы, так как не учитывает затраты, связанные с простоем оборудования и пролеживанием деталей (рис.5).

Рассматриваются несколько подходов в определении экономии от сокращения времени пролеживания материальных средств, которые в формализованном виде можно представить:

$$\Theta = L \left[C_{\text{заг.}} \sum_{j=1}^{m+1} t_{ij}^{\text{ож}} + \sum_{j=1}^m (C_j t_{ij} \sum_{k=j+1}^{m+1} t_{ik}^{\text{ож}}) \right];$$

$$\Theta = \frac{C_{\text{заг.}} \sum_{j=1}^{m+1} t_{ij}^{\text{ож}} + \sum_{j=1}^m (C_j t_{ij} \sum_{k=j+1}^{m+1} t_{ik}^{\text{ож}})}{\sum_{j=1}^{m+1} t_{ij}^{\text{ож}}};$$

$$\sum_{i=1}^n [C_{\text{заг.}i} \sum_{j=1}^m t_{ij}^{\text{ож}} + \sum_{j=1}^n (C_j t_{ij} \sum_{k=j+1}^{m+1} t_{ik}^{\text{ож}})] \rightarrow \min$$

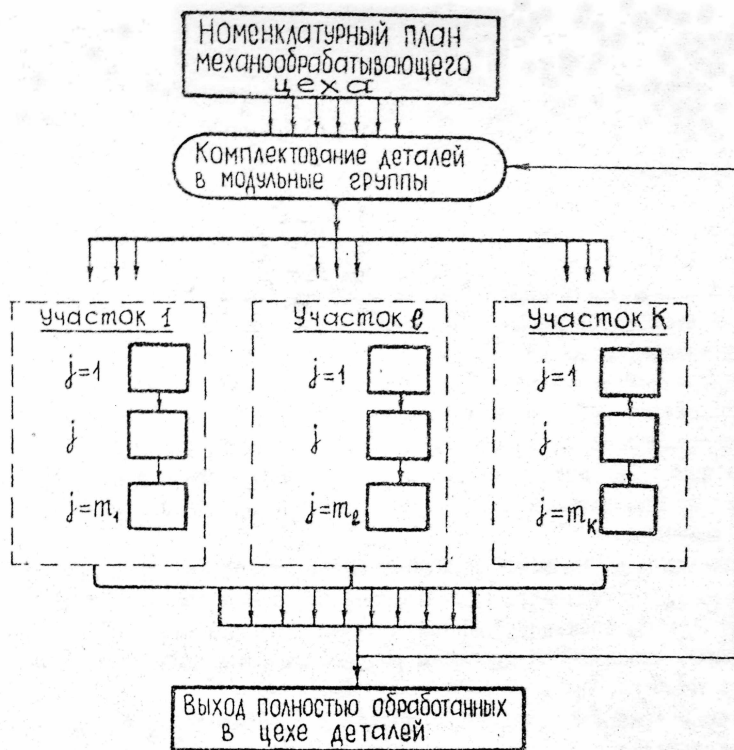


Рис.4 Блок-схема формирования производственной программы по модульным участкам

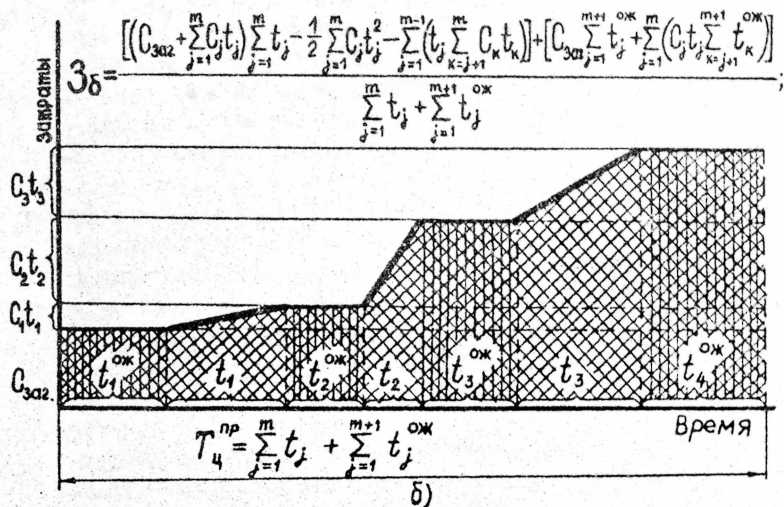
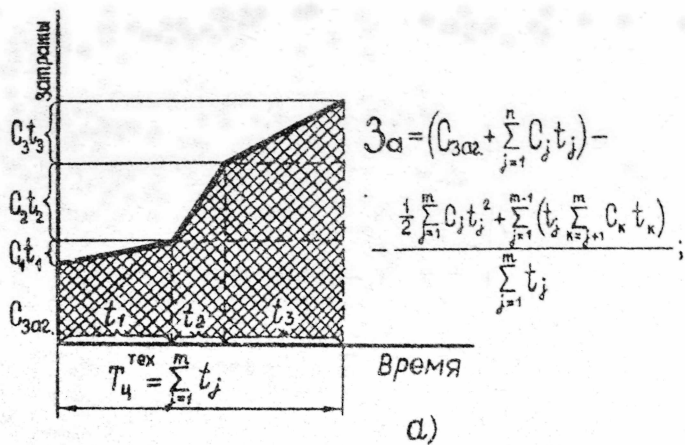


Рис.5 Графики нарастания затрат при пооперационной обработке детали

где L - процентная ставка кредита, приведенная к единице времени, соизмеримой с длительностью цикла;

$C_{зм}$ - стоимость заготовки обрабатываемой детали;

C_j - стоимость станко-часа (станко-минуты) обработки на j -й операции технологического маршрута;

t_j - время обработки детали на j -й операции ($j = \overline{1, m}$).

$t_j^{ож}$ - время пролеживания детали перед (после) каждой технологической операции, причем $t_j^{ож} \geq 0$.

В третьей главе - "Разработка метода минимизации длительности цикла обработки" - рассматривается модернизация матричного метода моделирования производственного процесса, разработаны алгоритмы аналитического расчета длительности цикла обработки МПМ деталей, разработана экономико-математическая модель (ЭММ) оптимизации длительности цикла, основанная на предложенных критериях эффективности.

Существующие методы составления оптимальных планов-графиков работы участков имеют ряд достоинств и недостатков. Одной из новых, перспективных разработок, отвечающих предъявляемым требованиям построения оптимального расписания, минимизирующего цикл, является матричный метод моделирования производственного процесса обработки деталей. Названный метод основан на последовательном целенаправленном выборе из всех возможных вариантов пары крайних номеров деталей (i, k) для получения последовательности R_z , характеризующейся минимальной длительностью цикла обработки на каждом уровне. При этом условие для включения их в искомую последовательность является $[A_{i,k}^{(z)}]_{\min}$. При переходе на уровень ветвления $z+1$ зафиксированные параметры деталей $i^{(z)}$ и $k^{(z)}$ исключаются из множества деталей уровня z , а для оставшихся формируется новая матрица $\|A_{i,k}^{(z+1)}\|$. Выбирается очередная пара крайних номеров деталей $i^{(z+1)}$ и $k^{(z+1)}$ по условию $[A_{i,k}^{(z+1)}]_{\min}$ и так далее, согласно известной схеме метода "ветвей и границ" до последнего уровня ветвления.

Матричный метод предполагает при расчете поиска каждой последующей пары крайних номеров деталей на каждом уровне ветвления z , т.е. проверяются вершины $[A_{i,k}^{(z)}]_{\min}$, ближайшая к найденной вершине до тех пор, пока не будет найдено новое опорное решение. Это усложняет алгоритм расчета.

Необходимость устранения трудностей, вызванных большим объе-

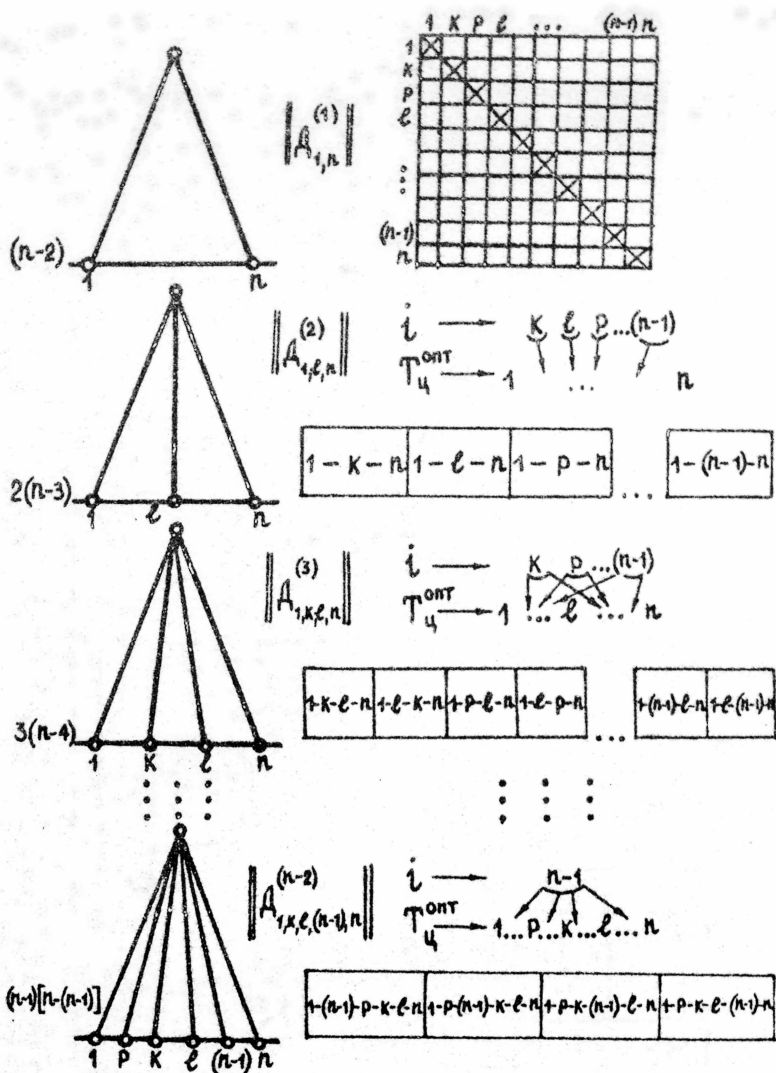


Рис. 6 Схема поиска оптимального решения по уровням перебора деталей

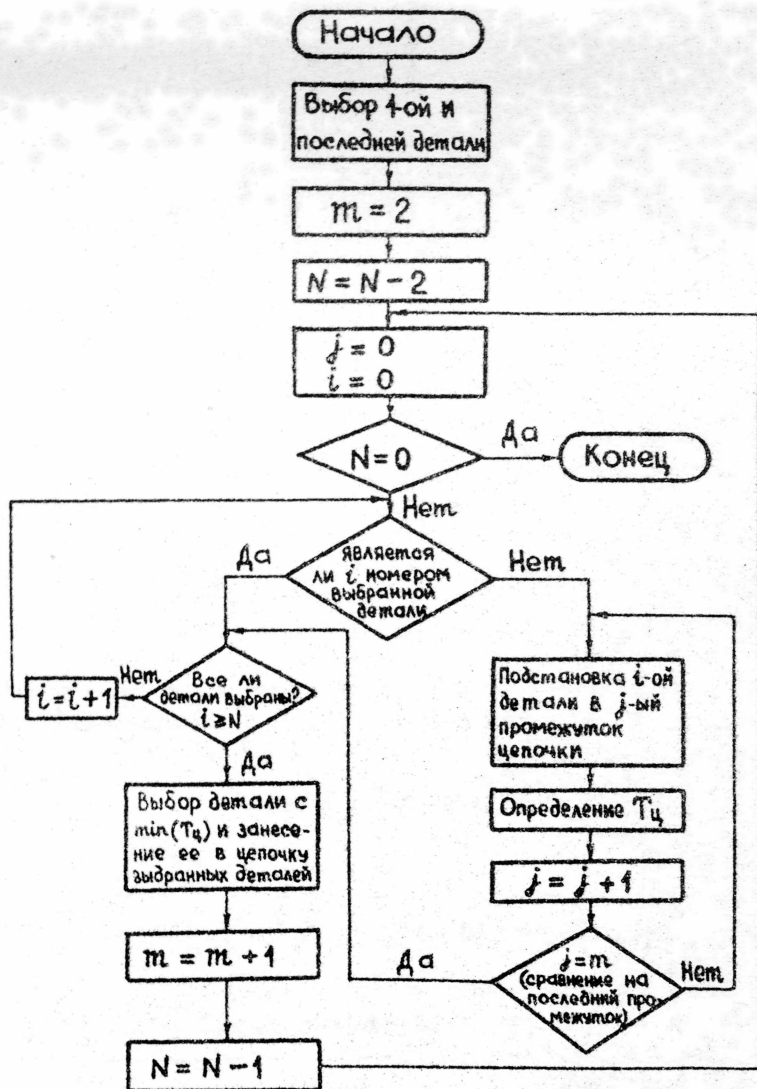


Рис.7 Блок-схема алгоритма определения оптимальной последовательности обработки деталей, методом перестановок

мом вычислений и долгим поиском $T(R')$ привело к необходимости модернизации матричного метода.

Сущность модернизации матричного метода заключается в последовательно целенаправленном выборе оптимального варианта запуска деталей в обработку из n деталей, кроме (1) и последней (n), методом перестановок.

На первом $z=1$ уровне, из n деталей, как и в матричном методе, выбираем первую пару крайних номеров деталей, имеющие $[A_{1,n}^{(1)}]_{\min}$. На $z=2$ уровне, из $n-2$ деталей, находим последовательность $1-l-n$, имеющую $[A_{1,l,n}^{(2)}]_{\min}$. Остальные $n-3$ детали переходят на $z=3$ уровень, где каждую деталь, переставляя между деталями в последовательности $1-l-n$, находим очередную последовательность $1-k-l-n$, имеющую $[A_{1,k,l,n}^{(3)}]_{\min}$ (рис.6). Блок-схема алгоритма расчета представлена на рис.7.

Для сравнения матричного метода и метода перестановок приведен пример определения оптимальной последовательности обработки деталей. Сравнительный расчет показывает, что число вариантов в методе перестановок всегда будет меньше, чем в матричном методе.

В разработанной ЭММ по выбору оптимальной последовательности в соответствии со стоимостным критерием предлагается следующая целевая функция:

$$\Phi = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n C_{ij} t_{ij}^{пр} + \lambda \sum_{i=1}^n [C_{30ki} \sum_{j=1}^m t_{ij}^{ож} + \sum_{j=1}^m (C_{ij} t_{ij} \sum_{k=j+1}^{m+1} t_{i,k})] \rightarrow \min$$

Система специальных ограничений представляет собой набор алгоритмов расчета длительности цикла, основанные на использовании матричного метода и метода перестановок.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенных исследований в работе получены следующие результаты:

1. Разработаны методы классификации и кодирования обрабатываемых поверхностей деталей, позволяющие формировать интегральные модульные поверхности под конкретные станочные системы.
2. Предложен метод разработки типовых модульных технологических процессов изготовления детали, обеспечивающий повышения точности обработки, сокращения трудоемкости и сроков ТПП.
3. Разработаны и обоснованы критерии эффективности функцио-

нирования производственных систем, увеличивающие объективность оценки их работ в условиях внедрения модульного принципа на предметно-замкнутых участках.

4. Разработан метод моделирования производственного процесса (метод перестановок), позволяющий в условиях единичного и мелкосерийного производства минимизировать длительность цикла обработки и резко повысить загрузку оборудования за счет установления оптимальной последовательности запуска деталей в обработку.

5. Разработаны алгоритмы аналитического расчета длительности цикла обработки МПИ деталей, позволяющие регламентировать во времени работу производственной системы, в условиях модульной технологии.

6. Разработана ЭММ оптимизации длительности цикла, основанная на предложенных критериях эффективности и учитывающие стоимостные оценки простоя оборудования и пролеживания деталей в ожидании обработки.

7. Годовой экономический эффект от внедрения модульного метода проектирования технологических процессов изготовления деталей, применение ЭММ оптимизации длительности цикла обработки деталей на Тушинском машиностроительном заводе составил 1250 тыс.руб., а разработанный метод перестановок моделирования производственного процесса принят в качестве базового при составлении оптимизационных графиков работы производственных систем, позволяющих сократить при заданной программе выпуска количество оборудования и рационально загрузить его, что подтверждено соответствующими актами.

Основное содержание диссертации отражено в следующих работах:

1. Мынжасаров Р.И. Модульная технология производства деталей. //Тезисы докладов II Республиканской научно-технической конференции. -Актау, 1992. -С.35

2. Мынжасаров Р.И. Матричный метод определения оптимальной последовательности обработки интегральных модулей поверхностей деталей. //Известия ВУЗов. Машиностроение.-1993. -№ 3.-С.151-157

3. Мынжасаров Р.И. Матричный метод моделирования производственного процесса.//Вестник МГТУ. Машиностроение.-1993.-№ 4.

4. Мынжасаров Р.И. Разработка критериев эффективности функционирования производственных систем в условиях модульной технологии. -Депонир. в ВНИИТПИ, 1993.