

**А.М. ВОЙЧИНСКИЙ  
Н.И. ДИДЕНКО, В.П. ЛУЗИН**



**ГИБКИЕ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ  
ПРОИЗВОДСТВА**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Список сокращений, принятых в книге	5
<b>1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ</b>	
1.1. Технико-экономические положения создания гибкого автоматизированного производства	7
1.2. Общие сведения о гибких производственных системах	13
1.3. Организационные принципы построения типовых проектов гибких автоматизированных производств	23
1.4. Организационные принципы внедрения гибкого автоматизированного производства на промышленных предприятиях	28
1.5. Оценка экономического эффекта от использования гибкой производственной системы	31
<b>2. УПРАВЛЕНИЕ СОЗДАНИЕМ ТИПОВЫХ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ</b>	
2.1. Теоретические основы управления жизненным циклом гибкой производственной системы	42
2.2. Общая характеристика целевой научно-технической программы создания типовой гибкой производственной системы	50
2.3. Использование принципов теории принятия решения при выборе вариантов гибких производственных систем	54
2.4. Оценка относительной важности параметров гибкой производственной системы	60
2.5. Выбор варианта типовой гибкой производственной системы по экономическому критерию	64
<b>3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧНОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ</b>	
3.1. Понятие технологичности РЭА	75
3.2. Конструкторско-технологическая классификация РЭА	78
3.3. Показатели технологичности РЭА	88
3.4. Трудоемкость как показатель технологичности РЭА	108
3.5. Типовые методы конструирования технологической РЭА	119
3.6. Организационное обеспечение технологичности РЭА	126
<b>4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ В УСЛОВИЯХ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	
4.1. Анализ состояния объектов управления на предприятии и необходимость их развития в условиях гибкого автоматизированного производства	131
4.2. Основы организации управления промышленным предприятием в условиях гибкого автоматизированного производства	138
4.3. Подход к разработке организационной структуры управления промышленным предприятием в условиях функционирования ГАП	145

4.4. Управление промышленным предприятием в условиях функционирования различных структурных элементов ГАП	150
<b>5. СОЗДАНИЕ РЭА В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ САПР-ГПС</b>	
5.1. Назначение и структура систем автоматизированного проектирования РЭА	169
5.2. Организация процесса автоматизированного проектирования РЭА	175
5.3. Разработка технологической РЭА в условиях автоматизированного проектирования	180
5.4. Проектирование РЭА в условиях интегрированной системы САПР/ГАП-АСУП	186
5.5. Организация производства в ГПС	198
<b>6. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЭА</b>	
6.1. Сборочно-монтажное производство	204
6.2. Настраиваемо-регулируемые и контрольно-измерительные работы	214
6.3. Механическая обработка при производстве РЭА	231
6.4. Автоматизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ	237
6.5. Физико-химические технологические процессы для изготовления РЭА	242
6.6. Изготовление фотошаблонов	261
6.7. Изготовление функциональных устройств на новых физических принципах функционирования	268
Список литературы	268

ИТД — нормативно-техническая документация  
ИФПФ — фонд факельных процессов функционирования  
ОАВ — объемные акустические волны  
ОГТ — отряд главного технолога  
ОТУ — общие технические условия; организационно-технический уровень  
ОУП — оперативное управление в планировании  
ОЦ — обрабатывающий центр  
ПАВ — пассивно-акустические волны  
ПДО — производственно-диспетчерский отдел  
ПО — программное обеспечение  
ПП — печатная плата  
ППП — плановые программы  
ППКП — плановая программа планирования  
ПР — программный робот  
ПРАМ — проектирование радиоаппаратуры автоматизированным методом  
ПРТС — научно-разрабатываемая и транспортно-складская (работы)  
ПУ — программное управление  
ПФШ — проекционный фотошаблон  
РЛ — рентгенографический  
РТА — роботизированный технологический комплекс  
РУК — руководящие указания по конструированию  
РФШ — рабочий фотошаблон  
РХО — радиационно-химическое отделение  
САМР-ЭП — система автоматизированного конструкторского проектирования  
САМР-СХПП — система автоматизированного схемотехнического проектирования  
СИ — системный интерфейс  
СМП — сборочно-монтажное производство

СО — система охлаждения  
СТО — специальное технологическое оборудование  
СУБД — система управления базой данных  
ТАПЭМ — типовое автоматизированное производство электронных модулей  
ТБ — технологическое бюро  
ТИ — технологичность изделий  
ТЗ — техническое задание  
ТМС — техническое средство  
ТОН — технически обоснованная норма  
ТП — технологический процесс  
ТПП — технологическая подготовка производства  
ТС — техническое средство  
ТПП — типовой технологический процесс  
ТТ — техническое требование  
ТЭП — технико-экономическое планирование; показатель  
ТЭХ — технико-экономическая характеристика  
УБЭК — унифицированные базовые элементы конструкции  
УВК — управляющий вычислительный комплекс  
УТК — установка тестового контроля  
УФ — ультрафиолетовый  
УФО — ультрафиолетовое отделение  
УФЗ — унифицированный функциональный элемент  
ФЗУ — функционально законченные устройства  
ФНД — функционально полный набор данных  
ФУ — функциональный узел  
ФШ — фотошаблон  
ЧПУ — числовое программное управление  
ЭЛУ — электронно-лучевое устройство  
ЭМ — электронный модуль  
ЭРЭ — электрорадиоэлемент

## 1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

### 1.1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОЗДАНИЯ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современные средства автоматизации производства в большинстве случаев можно использовать только при серийном и устойчивом характере производства. Но, как показывают прогнозы, в отрасли радиоэлектроники преобладающим станет не массовое производство, характеризуемое малой номенклатурой, а производство широкого ассортимента постоянно обновляемой продукции, однородной по своим конструктивно-технологическим параметрам.

Частое обновление и постоянная модернизация выпускаемой продукции обусловлена ускорением морального старения продукции на современном этапе научно-технического прогресса.

Номенклатура разнообразных по назначению изделий, но однотипных по конструктивно-технологическому исполнению, выпускаемых одним заводом, будет неизбежно увеличиваться. Это объективная тенденция развития современного производства [5]. Вследствие этого сейчас происходит сдвиг от массового производства к среднему и мелкосерийному, поскольку последние являются более маневренными.

В промышленно развитых странах на долю предприятий машиностроения с массовым и крупносерийным типами производства приходится не более 25% общего объема выпускаемой продукции. В производстве массовых видов продукции, таких как автомобили, телевизоры, радиоприемники, наблюдается непрерывное увеличение номенклатуры выпускаемых моделей. В этих условиях деление производства на массовое (крупносерийное) и мелкосерийное постепенно утрачивает смысл [5].

Современный завод все чаще определяет как специализированное многоцелевое производство, которое гибко реагирует на все назревшие потребности народного хозяйства в изделиях.

Многоцелевой характер, необходимость быстрой перестройки внешнего и в особенности будущего производства на выпуск более сложной по своим функциям продукции требует создания принципиально новых комплексов автоматизированного оборудования и систем управления ими.

Следовательно, для разрешения противоречий, обусловленных, с одной стороны, расширением номенклатуры и мелкосерийностью

вается прогрессивный опыт их использования, накопленный в радиоэлектронной промышленности.

Авторами определен жизненный цикл этих систем, то есть цикл, включающий разработку, внедрение и снятие с эксплуатации ГАП.

Определенное практическое значение имеют предлагаемые авторами методы выбора оптимальных научно-технических решений и оценки основных параметров гибких производственных систем.

Следует особо отметить новые аспекты в подходе к изложению вопросов управления технологичностью в условиях автоматизации проектирования и изготовления РЭА. Предлагается организационная структура управления системой обеспечения технологичности РЭА в условиях функционирования ГАП.

При рассмотрении вопросов управления промышленным предприятием в условиях функционирования гибкого автоматизированного производства анализируются все частные моменты, составляющие совокупный объект управления.

Книга представляет большой интерес для широкого круга специалистов разрабатывающих и промышленных предприятий приборных отраслей промышленности.

*Член-корреспондент АН СССР И. А. Мизин*

#### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ПРИНЯТЫХ В КНИГЕ

- АРМ-М — автоматизированное рабочее место в машиностроении  
АС — автоматизированный склад  
АСМ — автоматизированный складской модуль  
АСНИ — автоматизированная система научных исследований  
АСС — автоматическая складская система  
АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства  
АСУ — автоматизированная система управления  
АСУП — автоматизированная система управления предприятием  
АСУТП — автоматизированная система управления технологическими процессами  
АТМ — автоматизированный транспортный модуль  
АТНС — автоматизированная транспортно-накопительная система  
АТС — автоматизированная транспортная система  
АШПУ — алфавитно-цифровое печатное устройство  
БД — база данных  
БИС — большая интегральная схема  
БНС — базовые несущие конструкции  
БНТО — базовый нормативно-технологический отдел  
БРА — бытовая радиоаппаратура  
БТПР — базовое типовое проектное решение  
ГАЗ — гибкий автоматизированный завод  
ГАЛ — гибкая автоматизированная линия  
ГАП — гибкое автоматизированное производство  
ГАУ — гибкий автоматизированный участок  
ГАЦ — гибкий автоматизированный цех  
ГИ — генератор изображения  
ГИС — гибридная интегральная схема  
ГИМ — гибкий производственный модуль  
ГПС — гибкая производственная система  
ЕСКД — единая система конструкторской документации  
ЗИП — запасное имущество и приборы  
ИМД — информация на магнитных дисках  
ИМЛ — информация на магнитной ленте  
ИВЭ — источник вторичного электропитания  
ИС — интегральная схема  
ИЭТ — изделия электронной техники  
КБ — конструкторское бюро  
КД — конструкторская документация  
КИА — контрольно-измерительная аппаратура  
КТК — конструкторско-технологический классификатор  
КС — комплекс технических средств  
КУ — карта уроков (технического)  
ЛКМ — лакокрасочный материал  
ЛКП — лакокрасочное покрытие  
ЛСУ — локальная система управления  
МККП — многослойная коммутационная керамическая плата  
МСБ — микросборка  
МТС — материально-техническое снабжение  
МЭА — микроэлектронная аппаратура  
НИИ — научно-исследовательский институт  
НИС — научно-исследовательский сектор  
НИЦ — научно-информационный центр  
НОТ — научная организация труда  
НРКИ — настроенно-регулирующие и контрольно-измерительные роботы

ББК 32.844  
В 65  
УДК 658.5:621.37/39

Рецензент кандидат технических наук Е. П. Котов

Редакция литературы по конструированию  
и технологии производства радиоэлектронной аппаратуры

**Войчицкий А. М. и др.**  
В 65 Гибкие автоматизированные производства. Управление технологичностью РЭА/А. М. Войчицкий, Н. И. Диденко, В. П. Лузин. — М.: Радио и связь, 1987. — 272 с., ил.

Рассмотрены вопросы проектирования и автоматизации радиоэлектронного производства. Основным объектом гибкого автоматизированного производства являются процессы построения типовых моделей, используемых в типовом производстве; возможна также возможность обновления технологичности радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) в условиях ГАП.  
— Для инженерно-технических работников, специализирующихся в области организации производства.

2491000000—104  
046(01)—87

ББК 32.844

© Издательство «Радио и связь», 1987

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из решающих условий успешного выполнения программ интенсификации народного хозяйства, намеченной XXVII съездом КПСС, является системный подход к созданию и серийному освоению образцов новой техники, ориентированный на использование последних достижений современной технологии и методов автоматизированного проектирования и производства. Этот подход особенно актуален для отраслей промышленности, создающих вычислительную технику и радиоэлектронную аппаратуру, находящихся на острие научно-технического прогресса и оказывающих значительное влияние на повышение технического уровня других отраслей народного хозяйства. Их состояние характеризуется постоянным обновлением каждые 4—5 лет и расширением номенклатуры выпускаемых изделий, применением новых видов материалов, использованием широкой номенклатуры прогрессивных технологических процессов.

Естественно, что процесс интенсификации предъявляет новые требования к управлению научно-техническим развитием разрабатывающих и промышленных предприятий, к значительному расширению области применения вычислительной техники при внедрении сквозных циклов «автоматизированное проектирование — автоматизированное производство», внедрению гибких автоматизированных производств (ГАП).

В связи с этим представляет интерес попытка авторов книги с позиций системного подхода осветить современные методы организации проектирования и производства радиоэлектронной аппаратуры, в том числе те возможности, которые открывает использование ГАП.

В монографии изложены тенденции развития радиоэлектронных отраслей, пути создания гибких автоматизированных производств на базе типовых гибких производственных систем и их адаптации на действующих промышленных предприятиях. Авторами предложены основные принципы и организационные основы управления созданием гибких производственных систем. В качестве организационных форм создания таких систем сформулированы комплексно-целевые научно-технические и организационно-экономические программы.

В книге подробно рассмотрены технические и организационно-экономические аспекты создания ГАП, обобщаются и осмысли-