ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Э. А. Дедиков, А. Т. Ашеров, В. А. Забродский

Харьков

Современное промышленное предприятие — это сложный динамический комплекс, требующий постоянного планирования, прогнозирования, контроля и регулирования. В настоящее время все эти операции не удается оптимально осуществлять без средств вычислительной техники и систем автоматизированного сбора, переработки и хранения информации. Главной проблемой при создании автоматизированной системы управления предприятием (АСУП) является деление ее на части, имеющие некоторую степень автономности, изучение (анализ) этих частей и связей между ними для определения закономерностей их построения, а также системы в целом.

Взаимосвязанные части системы можно выделять по различным признакам. С точки зрения особенностей методологии проектирования и условий функционирования АСУП основные принципы обособления подсистемы следующие: по роли отдельных частей или характеру выполняемых задач в системе управления производством; по характеру взаимодействия отдельных частей в процессе реализации задач управления.

В соответствии с этими принципами выделяют группы подсистем [1]: поэлементные; функциональные, организационные.

В настоящей работе рассматривается функциональная подсистема управления ресурсами и строится ее информационная модель, позволяющая выявить целевую направленность системы, ее схему, информацию и функции. Построение модели ПУР проводится в рамках центральной системы управления, функции которой по сравнению с локальными системами более полные и ответственные.

Технико-экономическая система управления

Задачи управления промышленным предприятием решаются на уровне «А» — управление комплексом технологических механизмов и аппаратов и протекающими в них физико-химическими процессами, и уровне «Б» — технико-экономическая система управления ТЭСУ [1, 2].

В данной работе, как в [3], будем различать два типа процессов: «вещественные» (материальные) и «информационные», и считать, что информационные процессы и процессы регулирования одновременны и рассматриваются совместно. В этом смысле система управления на технологическом уровне («А») является информационно-материальной, а система управления на технико-экономическом уровне («Б») — информационной. Функции ТЭСУ приведены в табл. 1.

Подсистема управления ресурсами (ПУР) является частью ТЭСУ. Ее основная задача — использование и поддержание на определенном уровне основных и оборотных средств и трудовых ресурсов, определяе-

Таблица 1

Вид управления	Функции управления
Технико-экономическое (циклическое)	Планирование Учет и отчетность Анализ
Оперативное	Планирование и корректировка Контроль и учет Анализ Диспетчеризация и регулирование

мых соответствующими нормативами [1, 4]. ПУР является совокупностью взаимосвязанных контуров управления, осуществляющих одновременно оперативное регулирование управленческих процессов внутри промышленного предприятия и циклическое управление этими процессами во взаимодействии с вышестоящей системой управления. Содержание контура управления заключается в направленной переработке технико-экономических сообщений, поступающих от объектов управления из внешней среды и смежных контуров для выработки и принятия решений на некотором иерархическом уровне управления промышленным предприятием.

Информационная модель подсистемы управления ресурсами

Для построения модели ПУР использовано синтетическое направление исследования сложных систем — агрегация их структуры [5, 6, 7], когда для получения сложной системы с желаемыми свойствами используются простые подсистемы с известными свойствами. Идея агрегации структуры применительно к ПУР реализуется в три этапа:

1. Проводится декомпозиция существующей технико-экономической системы на задачи управления для выявления подсистем с практически приемлемой размерностью описания.

2. Выделяются задачи управления, входящие в функциональную подсистему управления ресурсами.

3. Проводится агрегатный синтез функциональной структуры для ПУР.

Метод декомпозиции ТЭСУ на задачи управления

Одним из центральных вопросов в решении противоречия между макро- и микроподходом к созданию модели системы управления является формулирование критерия оптимальности функционирования системы управления предприятием и закономерностей его использования при решении различных задач. Для практического решения этого противоречия был использован комбинированный подход:

1. Определялись объекты управления изучаемой системы.

2. Формулировалась цель функционирования предприятия, и по определенному принципу она дробилась, при этом свойства целостности цели сохранялись (аспект макроподхода).

3. В системе управления выделялись функциональные элементы ее управляющей части — задачи управления, реализующие компоненты цели и адекватные агрегаты; перечень задач управления соотносился с перечнем компонент цели.

4. Разрабатывалась математическая модель задачи управления (аспект микроподхода); синтез структуры ПУР или ТЭСУ в этом случае определялся правилами действий над принятыми моделями.

Объекты управления

Исходной позицией для классификации объектов управления служит положение об осуществлении производственного процесса только при соединении средств производства и рабочей силы. Следовательно, управление процессом производства заключается в управлении непосредственно производственным процессом, использованием и возобновлением средств производства и в управлении использованием рабочей силы.

Средствам производства на социалистическом предприятии соответствуют основные производственные средства или основные фонды (средства труда) и оборотные средства (предметы труда), включающие оборотные фонды и фонды обращения. Следовательно, в ТЭСУ выделяется пять функциональных подсистем, управляющих процессом производства: использование и возобновление основных фондов; использование и возобновление оборотных фондов; использование трудовых ресурсов; использование фондов обращения; управление непосредственно производственным процессом.

Первые четыре подсистемы составляют в совокупности подсистему управления ресурсами. Управляемые части в названных подсистемах образуют классы объектов управления ТЭСУ. Последние имеют свое материальное выражение на технологическом уровне управления (табл. 2).

Таблица 2

Классы объектов управления	Технологический уровень («А») управления	Технико-экономический уровень («Б») управления
А	Оборудование	Основные фонды
В	Материальные и энергетические потоки	Оборотные фонды
С	Рабочая сила	Трудовые ресурсы
Е	Готовая продукция	Фонды обращения: а) готовая продукция и ее реализация б) денежные средства и финансы
Д	Производственный процесс: а) выпуск продукции б) качество продукции	Производственный процесс: а) выпуск продукции б) качество продукции, сортность, выход годного

Каждая из функциональных подсистем, в свою очередь, делится на определенные части, объекты управления в которых являются составляющими (подклассами, родами, видами, группами и т. д.) класса объектов своей подсистемы.

Функционирование названных подсистем координируется особой подсистемой F — «Результаты взаимодействия (интегральные показатели)». Объект ее управления — совокупность указанных подсистем. Интегральными показателями являются технико-экономические показатели, планируемые предприятию (если изучается центральная система) или его структурному подразделению (если изучается локальная систе-

ма): затраты на основное и вспомогательное производство, себестоимость, прибыль и рентабельность.

Состояние объектов управления на каждом уровне управления определяется совокупностью величин: на уровне «А» — технологическими параметрами; на уровне «Б» — технико-экономическими показателями (рис. 1). Принятое подразделение объектов учитывает, что величина параметра выражается только в физических единицах измерения, а вели-

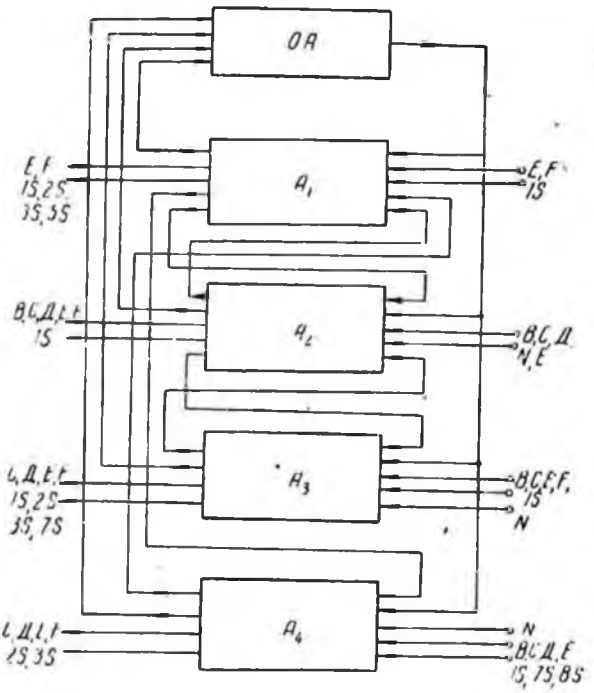

Рис. 1. Упрощенная функциональная схема подсистемы
А — Основные фонды.
ОУ — основные фонды; A_1 — приобретение основных фондов; A_2 — использование основных фондов; A_3 — проведение ремонтов основных фондов; A_4 — внедрение новой техники.

чина технико-экономического показателя и в физических, и в стоимостных. Вполне понятно, что параметры к уровню «А» и показатели к уровню «Б» относятся условно, так как и стоимостные, и физические величины могут учитываться на любых уровнях управления.

Цели функционирования и задачи управления

Цель деятельности промышленного предприятия определяется заданиями народнохозяйственного плана, т. е. технико-экономическими показателями, планируемыми предприятию вышестоящей организацией. Каждой функциональной подсистеме ТЭСУ соответствует компонента цели функционирования промышленного предприятия. Сформулируем цели подсистем, составляющих ПУР.

А. Подсистема «Основные фонды»: обеспечивать предприятие полностью используемыми основными фондами, поддерживаемыми в исправном состоянии с тем, чтобы ремонты оборудования, модернизация и внедрение новой техники позволили бы предприятию вы-

пускать продукцию в соответствии с заданиями народнохозяйственного плана.

В. Подсистема «Оборотные фонды»: обеспечивать предприятие оборотными фондами необходимого ассортимента и качества в соответствии с расчетом потребности и с соблюдением требуемых норм запасов.

С. Подсистема «Трудовые ресурсы»: обеспечивать выполнение производственной программы с минимальными затратами живого труда за счет эффективного использования рабочей силы, рабочего времени, а также введения технически обоснованных норм роста производительности и научной организации труда.

Е. Подсистема «Фонды обращения»: обеспечивать своевременную отгрузку готовой продукции в соответствии с заданиями вышестоящих организаций и заключенными договорами и своевременную реализацию ее; обеспечивать устойчивое финансовое положение предприятия, соблюдать строгую финансовую и кредитную дисциплину, своевременно рассчитываться с поставщиками и госбюджетом.

Условимся, что цель функционирования изучаемой системы (центральной или локальной) имеет 0-й уровень иерархии. Тогда цели функционирования подсистем A, B, C, D, E имеют 1-й иерархический уровень. Цель функционирования i-го иерархического уровня можно рассматривать как многоцелевой результат, в котором выделяются главная цель и дополнительные, имеющие смысл ограничений для главной цели и формирующие главные цели более низкого $(i+1)$-го иерархического уровня. Разложение целей можно проводить в пределе до рабочего места. В зависимости от того, какая изучается система (центральная или локальные), это разложение следует ограничить цехом, участком, карьером, линией и т. д. Цели функционирования последних иерархических уровней (различных в разных подсистемах) назовем минимальными. Для подсистем A, B, C, входящих в ПУР, иерархия целей практически не зависит от типа производства и отрасли.

При декомпозиции ТЭСУ на задачи управления будем исходить из агрегатного представления системы [5] и рассматривать центральную систему ТЭСУ как иерархическую А-систему. Ее связанными комплексами являются подсистемы I—V, управляющим комплексом по отношению к предыдущим — подсистема V. Каждая подсистема, в свою очередь, представляет собой также А-систему. Агрегатом в такой системе служит задача управления.

Определение. Выделяемые на любом иерархическом уровне части управляющей системы, цели функционирования которых подчинены целям функционирования вышестоящего уровня, называются задачами управления (функциональными задачами) технико-экономической системы.

Задачи управления, реализующие минимальные цели, называются минорантными задачами. Множество таких задач соответствует разложению глобальной цели функционирования (цели функционирования системы) на минимальные.

В зависимости от рассматриваемого i-го уровня цели будем говорить о задачах управления i-го ранта. Минорантные задачи имеют минимальный ранг, высший (0-й) ранг — подсистемы управления. Множество задач управления всех рангов системы управления на всех иерархических уровнях образуют ансамбль задач (или разложение) ТЭСУ.

Модель задачи управления. Наиболее общая математическая схема, описывающая задачу управления, — агрегат [5, 7]. Однако

[8] моделью задачи управления может служить менее общая, чем агрегат, математическая схема — конечный автомат с памятью.

Синтез информационной модели ПУР

Функциональную подсистему управления ресурсами составляют подсистемы «Основные фонды», «Оборотные фонды», «Трудовые ресур-

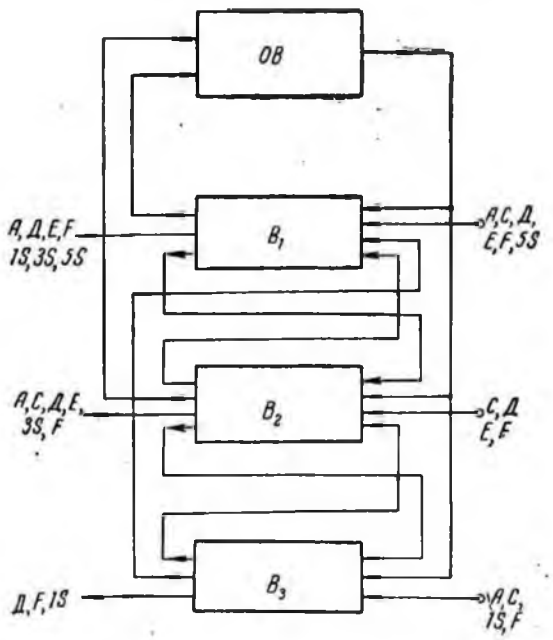

Рис. 2. Упрощенная функциональная схема подсистемы B — Оборотные фонды.
OB — оборотные фонды; B_1 — поступление оборотных фондов; B_2 — использование оборотных фондов; B_3 — формирование оборотных фондов.

сы» и «Фонды обращения». Следовательно, синтез модели ПУР сводится к синтезу составляющих ее подсистем из моделей задач управления. Наиболее удобной формой представления информационной модели ПУР является ее функциональная схема (ФС), т. е. совокупность задач управления, увязанных в единое целое по перерабатываемой информации для достижения общей цели функционирования ПУР. В зависимости от поставленной задачи ФС может быть описана взаимосвязью задач управления (автоматов) разных рангов. В аспекте решаемой задачи интерес представляет ФС на минорантном уровне. Синтез функциональной схемы ПУР есть агрегация задач управления, назначаемых в исследуемую подсистему, что в терминах моделей соответствует организации минорантных автоматов классов A, B, C, E объектов управления (табл. 2) в коллектив автоматов. Для этого проведем следующие операции с агрегатами [5, 9, 10]: агрегацию по соотношению следования и подчиненности; объединение и свертку; композицию.

Получим конструкции, которые назовем коллективами автоматов. В другом плане эти же конструкции могут рассматриваться как агрегатированные системы. На рис. 2—4 приведены ФС для подсистем «Основные фонды», «Оборотные фонды», «Трудовые ресурсы» и «Фонды обра-

щения». Увязанные в единое целое эти ФС образуют информационную модель подсистемы управления ресурсами. На рис. 2—4 использованы следующие обозначения:

A — подсистема «Основные фонды»;
B — подсистема «Оборотные фонды»;
C — подсистема «Трудовые ресурсы»;

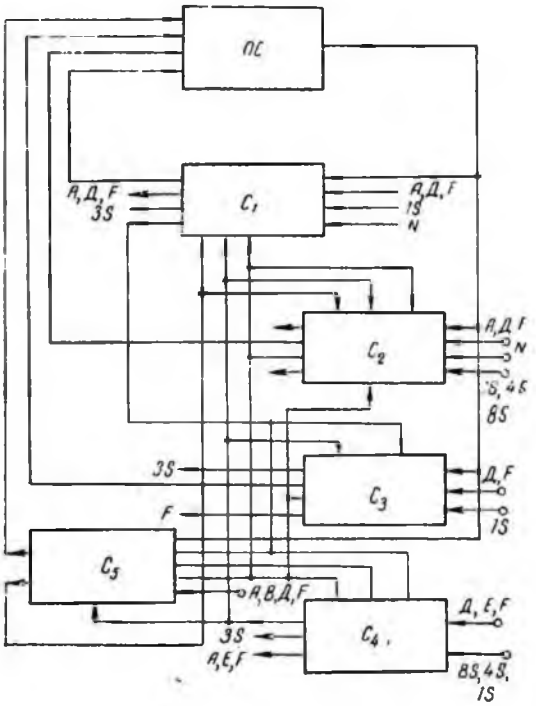

Рис. 3. Упрощенная функциональная схема подсистемы C — Трудовые ресурсы.
OC — трудовые ресурсы; C_1 — использование рабочего времени; C_2 — движение рабочей силы; C_3 — рост производительности труда; C_4—использование фонда заработной платы; C_5 — техническое нормирование.

D — подсистема «Производственные процессы»;
E — подсистема «Фонды обращения»;
F — подсистема «Результаты взаимодействия»;
S — внешняя среда:
S_1 — вышестоящая система,
S_2 — банковская организация,
S_3 — статистическое управление,
S_4 — финансовая организация,
S_5 — поставщики,
S_6 — покупатели,
S_7 — подрядчики,
S_8 — прочие организации,
S_9 — нормативы;

OA, OB, OC, OД, OE, OF — объекты управления подсистем A, B, C, Д, E, F; A1, A2, ... — задачи управления подсистемы A. Матрицы смежной информации между подсистемами A, B, C приведены в табл. 3—6.

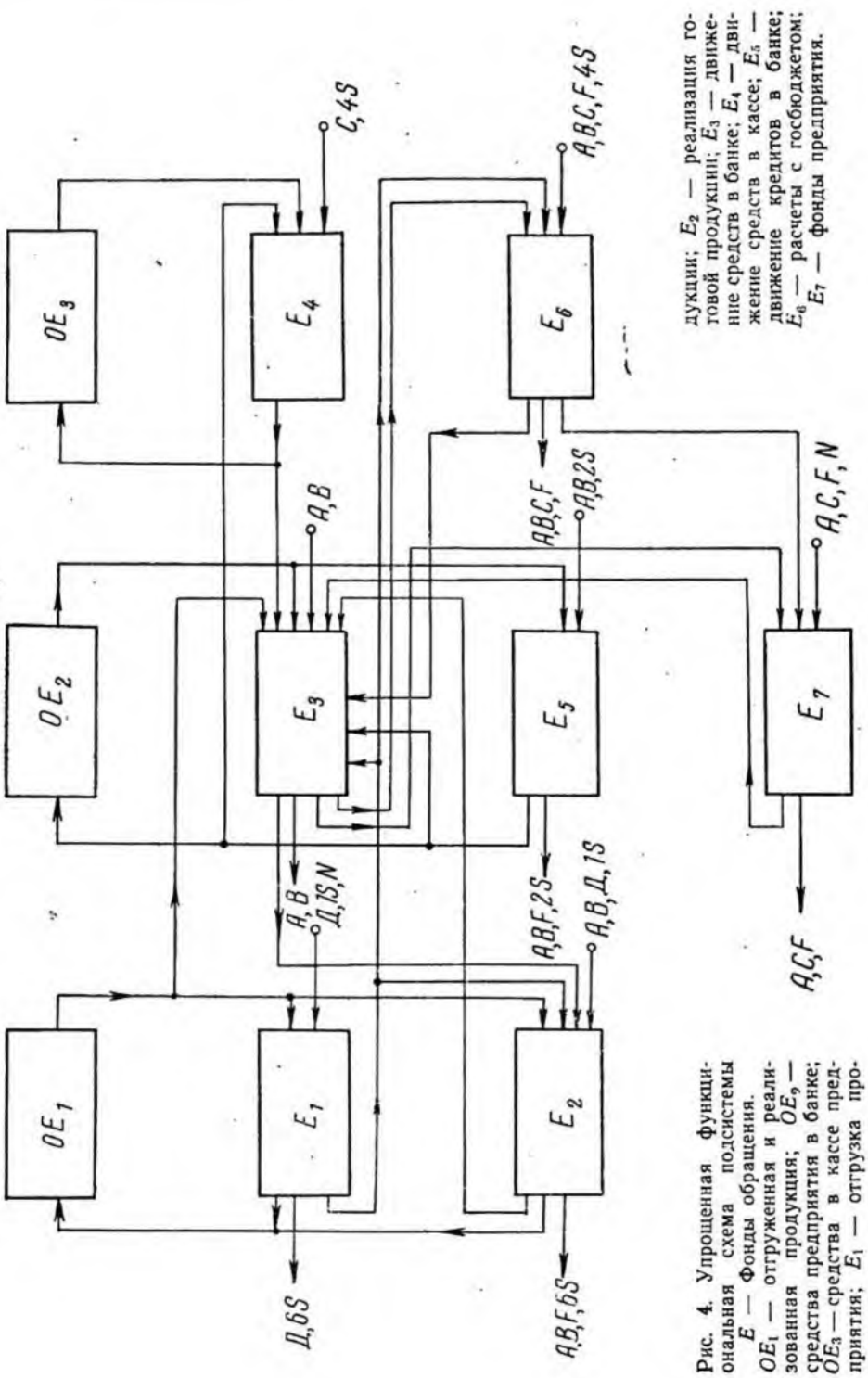

Рис. 4. Упрощенная функциональная схема подсистемы
E — Фонды обращения.
OE_1 — отгруженная и реализованная продукция; OE_2 — средства предприятия в банке; OE_3 — средства в кассе предприятия; E_1 — отгрузка продукции; E_2 — реализация готовой продукции; E_3 — движение средств в банке; E_4 — движение средств в кассе; E_5 — движение кредитов в банке; E_6 — расчеты с госбюджетом; E_7 — фонды предприятия.

Таблица 3

Матрица смежной информации задач управления подсистемы А — «Основные фонды»

Выдача информации		Наименование задач и подсистем управления	Шифр	Прием информации: Задачи управления подсистемы А				Прием информации: Смежные подсистемы					Внешняя среда
				A1	A2	A3	A4	B	C	Д	E	F	S
	Задачи управления подсистемы А	Приобретение основных фондов	A1		+		+				+	+	+
		Использование основных фондов	A2	+		+		+	+	+	+	+	+
		Проведение ремонтов основных фондов	A3		+				+	+	+	+	+
		Внедрение новой техники	A4	+					+	+	+		+
	Смежные подсистемы	Оборотные фонды	B		+	+	+						
		Трудовые ресурсы	C		+	+	+						
		Производственные процессы	Д		+		+						
		Фонды обращения	E	+		+	+						
		Результаты взаимодействия	*F*			+	+						
		Внешняя среда	*S*	+	+	+	+						
		Нормативы	*N*		+	+	+						

Таблица 4

Матрица смежности задач управления В — «Оборотные фонды»

Выдача информации		Наименование задач и подсистем управления	Шифр	Прием информации: Задачи управления			Прием информации: Смежные подсистемы					Внешняя среда
				B1	B2	B3	A	C	Д	E	F	S
	Задачи управления подсистемы В	Поступление оборотных фондов	B1		+		+		+	+	+	+
		Использование оборотных фондов	B2	+		+	+	+	+	+	+	+
		Нормирование оборотных фондов	B3	+	+				+		+	+
	Смежные подсистемы	Основные фонды	A	+		+						
		Трудовые ресурсы	C	+	+	+						
		Производственные процессы	Д	+	+							
		Фонды обращения	E	+	+							
		Результаты взаимодействия	*F*	+	+	+						
		Внешняя среда	*S*	+								

Таблица 5

Матрица смежной информации задач управления подсистемы С — «Трудовые ресурсы»

Выдача информации		Наименование задач и подсистем управления	Шифр	Прием информации: Задачи управления подсистемы С					Прием информации: Смежные подсистемы					Внешняя среда
				C1	C2	C3	C4	C5	A	B	Д	E	F	S
	Задачи управления подсистемы С	Использование рабочего времени	C1		+		+	+	+		+	·	+	+
		Движение рабочей силы	C2	+		+	+	+	+	+	+		+	+
		Рост производительности труда	C3		+		+	+					+	+
		Использование фонда заработной платы	C4	+	+		+	+			+	+	+	+
		Технормирование и НОТ	C5	+	+	+								
	Смежные подсистемы	Основные фонды	A	+	+			+						
		Оборотные фонды						+						
		Производственные процессы	Д	+	+	+	+	+						
		Фонды обращения	E				+							
		Результаты взаимодействия	F	+	+	+	+	+						
		Внешняя среда	S		+	+	+							
		Нормативы	N	+	+									

Таблица 6

Матрица смежной информации задач управления подсистемы Е — «Фонды обращения»

Выдача информации		Наименование задач и подсистем управления	Шифр	Прием информации: Задачи управления подсистемы Е							Прием информации: Смежные подсистемы					Внешняя среда
				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	A	B	C	Д	F	S
	Задачи управления подсистемы Е	Отгрузка продукции	E1		+	+			+					+		+
		Реализация готовой продукции	E2	+		+					+	+			+	+
		Движение средств в банке	E3		+		+	+	+		+	+				
		Движение средств в кассе	E4			+										
		Движение кредитов в банке	E5			+					+	+			+	
		Расчеты с госбюджетом	E6			+				+	+	+	+		+	
		Фонды предприятия	E7			+					+		+		+	
	Смежные подсистемы	Основные фонды	A		+	+		+	+	+						
		Оборотные фонды	B		+	+		+	+							
		Трудовые ресурсы	C				+		+	+						
		Производственные процессы	Д	+	+											
		Результаты взаимодействия	F					+	+	+						
		Внешняя среда	S	+	+		+	+	+	+						
		Нормативы	N	+												

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные вопросы создания автоматизированных систем управления промышленными предприятиями. ЦЭМИ, АН СССР, М., 1968 (ротапринт).
2. Б. Д. Кошарский, А. Т. Ашеров, М. С. Скоробогатов. Формирование информации в автоматизированных регулярных технико-экономических системах. Сб. «Исследование потоков экономической информации». Изд-во «Наука», 1968.
3. Е. З. Майминас. Процессы планирования в экономике. Информационный аспект. Вильнюс, Изд-во «Минтис», 1967.
4. А. Барский. Схема комплексной обработки данных на промышленном предприятии. Сб. «Исследование потоков экономической информации». Изд-во «Наука», 1968.
5. Н. П. Бусленко. К теории сложных систем. «Изв. АН СССР, Техническая кибернетика», 1963, № 5.
6. Р. Куликовский. Агрегация, оптимизация и управление организационной структурой больших систем. «Экономика и математические методы», 1968, № 1.
7. Н. П. Бусленко. Моделирование сложных систем. М., ФМ, 1968.
8. Б. Д. Кошарский, А. Т. Ашеров. Некоторые вопросы моделирования структур регулярных автоматизированных технико-экономических систем методами теории автоматов. IV Всесоюзное совещание по автоматическому управлению (технической кибернетике). Тезисы докладов, книга вторая. Тбилиси, 1968.
9. Н. П. Бусленко, О. М. Юркевич. Об операциях над агрегатами в сложных системах. «Изв. АН СССР, Техническая кибернетика», 1964, № 2.
10. И. Н. Коваленко. О некоторых классах сложных систем. «Изв. АН СССР, Техническая кибернетика», 1964, № 6.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СБОРКИ ПРЕЦИЗИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Л. С. Ямпольский, Ю. В. Малаховский

Севастополь

В крупносерийном и массовом производстве прецизионных соединений наибольшее распространение получила селективная сборка. При этом необходимым условием сведения к минимуму объема незавершенного производства является соблюдение равенства полей рассеяния размеров для одинаковых партий сопрягаемых деталей.

На кафедре АКМ Севастопольского приборостроительного института разработан метод управления сопряженной обработкой элементов прецизионных соединений, обеспечивающий полное совмещение кривых распределения размеров для одинаковых партий сопрягаемых деталей наиболее распространенной пары вал—втулка. Поскольку за допуск на изготовление пары принимается экономически целесообразный допуск на изготовление втулки как элемента сопряжения, процесс изготовления которого более трудоемок, за основу берется кривая распределения $f(A)$ размеров отверстия во втулке под вал. Для совмещения кривых распределения размеров для обоих элементов предусматривается возможность управления процессом смещения настройки доводочного бесцентрово-шлифовального станка при обработке валов вдоль всего допуска δ_A на изготовление отверстия с учетом величины гарантированного зазора $\delta_з$ в сопряжении (рис. 1). При этом число смещений K определяется отношением поля рассеяния δ_A размеров отверстий к половине поля рассеяния δ_B размеров валов, а количество валов S_i, обрабатываемых в каждой из групп смещения, рассчитывается по следующим зависимостям:

для первого смещения $\left(d_{A_{\min}} - \delta_з + \frac{\delta_B}{2}\right)$

$$S_1 = \frac{\delta_B}{2}(h_2 + h_1) \qquad (1)$$