

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

ПОИСКОВО-СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам
«Проектирование автоматизированных систем», «Проектирование систем
автоматизации и управления» для студентов очной и заочной форм обучения
направлений 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и
производств» и 27.03.04 «Управление в технических системах»

Курган 2017

Кафедра автоматизации производственных процессов.

Дисциплины: «Проектирование автоматизированных систем»,

«Проектирование систем автоматизации и управления».

Составил: канд. техн. наук, доц. А.С. Пухов.

Утверждена на заседании кафедры «19» января 2017 г.

Рекомендовано методическим советом университета «12» декабря 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Декомпозиционный анализ задачи синтеза объекта.....	5
2. Синтез структуры объекта	8
3. Пример декомпозиционного анализа задачи формирования структуры автоматизированной системы управления положением детали.....	12
4. Описание АСУПД, полученных в результате структурного синтеза.....	16
5. Контрольные вопросы	20
6. Порядок выполнения лабораторных работ.....	20
Список использованных источников.....	22
Приложение.....	23

Введение

Независимо от назначения все объекты и процессы в технике и проекты в других областях деятельности человека характеризуются структурой и определенными параметрами. Структура является важнейшей исходной характеристикой любого объекта. Она отражает единство его противоположных сторон: расчлененности и целостности. Основой изучения строения объекта является структура с двухуровневой иерархией, при которой рассматриваемый объект представляет верхний уровень, а составляющие его функциональные элементы - нижний. При углублении изучения объекта каждый его элемент рассматривается как самостоятельный объект и, в свою очередь, также разделяется на элементы и т.д. Так формируется многоуровневая структура сложного объекта, элементами которой является двухуровневые структурные модули.

Рассматриваемый метод построения структуры как исходного облика объекта базируется на философских категориях «часть и целое», характеризующих общее движение познания, которое начинается с нерасчлененного представления о целом (видимая часть проблемы), затем переходит к анализу - расчленению целого на части (истинная проблема) и завершается воспроизведением (синтезом области в форме конкретного целого (решение проблемы)). При такой постановке решение задачи создания нового объекта (процесса, проекта) осуществляется в три этапа.

Этап 1. Структуризация проблемы (целей и задач) создания объекта на основе сведений о его потребности и желаемого о нем представления.

Этап 2. Декомпозиционный анализ задачи создания объекта - разделение ее на части, образованные относительно независимыми признаками (свойствами) с указанием множеств альтернатив реализации каждого из признаков.

Этап 3. синтез решения, осуществляемый «сверткой» поискового пространства. Образованного декомпозиционной схемой задачи создания

объекта, полученной на этапе 2.

В данной работе в качестве примера рассматривается решение проблемы создания (синтеза) структуры автоматизированных установок сбора продукции нефтяных скважин в коллекторы нефтепромыслов и контроля дебита каждой скважины по компонентам нефти, газа, воды (АУСК НС), а также устройств и систем автоматического управления угловым положением вращающихся деталей (АСУПД) становится одной из актуальных задач, решаемых при расширенном внедрении методов многосторонней обработки.

1. ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ОБЪЕКТА

Несмотря на важность 1-го этапа в создании новых объектов, с целью сокращения объема работы, в ней в сжатой форме рассматриваются только 2-й и 3-й этапы синтеза. Итак, на втором этапе осуществляется декомпозиция задач, определенных на этапе 1. Результатом этого анализа является декомпозиционная схема (ДС), при построении которой следует исходить из 2-х основных положений. Во-первых, декомпозиция осуществляется неформально и на 1-ом уровне решения задачи, исходя из потребности (назначения) объекта определяются основные его свойства (признаки), формирующие концепцию его строения в виде множества структурных характеристик X_ξ , образующих p блоков 1-го уровня декомпозиции. Во-вторых, принимается во внимание важное обстоятельство, что проблема создания нового объекта не является полностью неизвестной. Для каждого признака X_ξ 1-го уровня на 2-ом уровне декомпозиции формируются множества альтернатив $X_\xi^p \in X_\xi$ выбираемых на основе анализа известных решений, кажущихся нереализуемыми (фантастическими), включая идеальные решения, обладающие свойствами типа: масса и размеры объекта (главного его элемента) приближаются к нулю, а функция выполняется.

Таблица 1 - Декомпозиция задачи синтеза структуры автоматизированной установки сбора и контроля продукции нефтяных скважин (АУСК НС)

X_{ξ} Первый уровень декомпозиции		X_{ξ}^{β} Второй уровень декомпозиции	
X_1	Количество подключаемых нефтяных скважин	X_1^1 X_1^2 X_1^3 X_1^4	До 9-ти До 12-ти До 15-ти До 20-ти
X_2	Распределение нефтегазовой смеси в АУСК НС	X_2^1 X_2^2 X_2^3	Централизованное через многоходовой переключатель скважин Децентрализованное независимое переключение потока от каждой скважины Смешанное распределение
X_3	Конструктивное решение распределителя потоков	X_3^1 X_3^2 X_3^3	С шаровым поворотным элементом С конической поворотной пробкой без осевой фиксации после поворота С конической поворотной пробкой с автоматическим осевым поджимом и с дополнительным аварийным переключателем потока на слив
X_4	Привод распределителей	X_4^1 X_4^2 X_4^3	Гидравлический автономный Гидравлический групповой (от одной гидростанции) Электромеханический автономный
X_5	Контролируемый компонент	X_5^1 X_5^2	Жидкость, газ Нефть, вода, газ
X_6	Способ измерения параметров скважин	X_6^1 X_6^2 X_6^3	Автоматическое измерение аналитическим путем по данным приборов Экспериментально-аналитическое измерение по данным приборов Визуально-аналитическое измерение
X_7	Управление технологическим процессом	X_7^1 X_7^2 X_7^3	Автоматическое, дистанционное Автоматическое, дистанционное с возможностью перехода на ручной режим Автономный режим с ручным управлением
8	Предотвращение разлива нефтепродуктов по местности	X_8^1 X_8^2	Автоматическое переключение потока смеси «на слив» в коллектор до распределителя АУСК НС Ручное переключение потока «на слив» в коллектор по сигналу АСУ

X_9	Обеспечение взрывобезопасности	X_9^1 X_9^2	Использование стандартных электроаппаратов только во взрывобезопасном исполнении Тоже с использованием датчиков аппаратов в герметичном исполнении
X_{10}	Очистка воздуха в блок-контейнере АУСК НС	X_{10}^1 X_{10}^2 X_{10}^3	Постоянная вентиляция с кратностью воздухообмена не менее 10 Периодическая вентиляция Вентиляция с включением через датчик концентрации газов
X_{11}	Обеспечение комфортности обслуживания	X_{11}^1 X_{11}^2	Только освещение и вентиляция Освещение, вентиляция и обогрев с автоматическим регулированием температуры
X_{12}	Охранные мероприятия	X_{12}^1 X_{12}^2	Отсутствуют Сигнализация несанкционированного доступа (входа) к блок-контейнеру АУСК НС

Построенная на основе приведенных выше правил ДС представляет собой n -мерное поисковое пространство $R^n = \{ X_\xi \}$, в котором структура (облик) объекта задается вектором $X \in R^n$. Общее количество вариантов таких структур определяется произведением множеств альтернатив, реализующих все n признаков X_ξ :

$$N = \prod_{i=1}^n m_i, \quad (1)$$

где m_i - количество альтернатив реализации i -го признака X_ξ .

При построении декомпозиционной схемы задачи создания АУСК НС (табл. 1) на основе рассмотренного подхода в качестве основных определены следующие виды признаков - блоков 1-го уровня декомпозиции X_ξ : функциональные, технологические, экологические и безопасности, специальные. На 2-ом уровне декомпозиции для реализации выбранных признаков X_ξ определены выборы альтернативных решений X_ξ^β .

2. СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТА

Как правило, количество вариантов структур N весьма велико и задача синтеза на 3-ем этапе состоит в том, чтобы в каждом из p блоков X_ξ ДС выбрать по одной характеристике X_ξ^β , выбор которых сформирует «наилучший» вариант решения. Для этого необходимо наилучшим образом упорядочить и оценить все альтернативы. Однако существующие методы упорядочения альтернатив, используемые методами экспертных оценок [1], не дают быстрого эффективного решения.

Предложенный в ряде работ, например [2,3], метод двухступенчатого ранжирования и расчет «весов» для выбираемых альтернатив X_ξ^β предусматривает на 1-ой ступени выделение из p блоков X_ξ s блоков, содержащих альтернативы, несущие целевые условия $X_{s_i}^\beta$. Набор целевых условий $X_{s_i}^\beta$ формирует s -мерную цель

$$X_s = \{ X_{s_i}^\beta \}, \quad i=1, \dots, s; \beta=1, \dots, m. \quad (2)$$

Выбранные целевые условия (локальные цели) $X_{s_i}^\beta$, как правило неодинаково влияют на формирование решения, поэтому должны ранжироваться с помощью некоторого оценочного параметра λ_i по принципу:

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_{s_i}; \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (3)$$

На 2-ой ступени синтеза решения необходимо сформировать g - мерное решение - ограничение X_G выбрав «наилучшие» альтернативы в g блоках ($g=n \cdot s$):

$$X_G = \{ X_G^j \}, \quad j = 1, \dots, g. \quad (4)$$

где X_G^j - альтернатива, реализующая j - й блок ДС и при этом удовлетворяющая всем s целевым условиям множества (2).

В качестве оптимизационного подхода при нескольких локальных целях синтеза целесообразно формирование паретовского множества альтернатив.

Альтернатива X_G^β оптимальна по Парето, если всякая другая альтернатива, являющаяся более предпочтительной для одних локальных целей $X_{S_i}^\beta$, в то же время будет менее предпочтительной для других целей. Таким образом, эффективное решение - ограничение X_G^β определяется паретовским множеством альтернатив при «мягкой» конкуренции всех целевых условий $X_{S_i}^\beta$. Для решения данной задачи выполняются следующие шаги:

1. Каждой альтернативе $X_{G_i}^\beta$ в g блоках X_{G_l} по каждому целевому условию $X_{S_i}^\beta$ присваивается $Z_{iG_l}^\beta$ в виде кода (ранга), например, по трехступенчатой шкале: «лучшая альтернатива (решение)» - код 1; «альтернатива в блоке X_{G_l} по отношению к данной $X_{S_i}^\beta$ равноценны» - код 2; «в блоке есть альтернатива с кодом 1» - код 3.

2. Каждой оценке $Z_{iG_l}^\beta$ соответствии с ее кодом присваивается численное значение, например, по правилу: код 1 - $\lambda_{iG_l}^\beta = \lambda_i$; код 2 - $\lambda_{iG_l}^\beta = \frac{\lambda_i}{m_i}$; код 3 - $\lambda_{iG_l}^\beta = 0$.

Полученные результаты для удобства дальнейшей обработки заносятся в специальную таблицу (табл.2).

3. В каждом блоке X_{G_j} выбирается наилучшая альтернатива по принципу

$$\max_{\lambda_1, \dots, \lambda_S} \lambda_{iG_l}^\beta \rightarrow X_{G_l}^\beta, \dots, \max_{\lambda_1, \dots, \lambda_S} \lambda_{iG_g}^\beta \rightarrow X_{G_g}^\beta. \quad (5)$$

4. Формируется в виде множества X^* эффективное решение - оптимальный по Парето вариант структуры (облика) создаваемого объекта:

$$X^* = \{ X_{S_i}; X_{G_j}^* \}. \quad (6)$$

В развернутом виде с указанием всех локальных целей X_{S_i} и множества альтернатив $X_{G_j}^\beta$ решения-ограничения $X_{G_j}^*$ множество (6) записывается в виде:

$$X^* = \{ X_{S_1}^\beta, \dots, X_{S_S}^\beta; X_{G_1}^\beta, \dots, X_{G_g}^\beta \}. \quad (7)$$

Таблица 2 - Результаты определения значений оценок λ_{iGj}^β при выборе условий-ограничений $X_{G_i}^\beta$

X_{Gj}	X_{Gj}^β	$X_{s1}=X_7^2; \lambda_1=0,4$		$X_{s2}=X_8^2; \lambda_2=0,33$		$X_{s3}=X_1^2; \lambda_3=0,27$	
$X_{G1}=X_2$	X_2^1	2	0,133	3	0	3	0
	$[X_2^2]$	2	0,133	1	0,33	1	0,27
	X_2^3	2	0,133	3	0	3	0
$X_{G2}=X_3$	X_3^1	2	0,133	3	0	2	0,09
	X_3^2	2	0,133	3	0	2	0,09
	$[X_3^3]$	2	0,133	1	0,33	2	0,09
$X_{G3}=X_4$	X_4^1	2	0,133	2	0,11	3	0
	$[X_4^2]$	2	0,133	2	0,11	1	0,27
	X_4^3	2	0,133	2	0,11	3	0
$X_{G4}=X_5$	X_5^1	3	0	2	0,165	2	0,145
	$[X_5^2]$	1	0,4	2	0,165	2	0,145
$X_{G5}=X_6$	$[X_6^1]$	1	0,4	2	0,11	2	0,09
	X_6^2	3	0	2	0,11	2	0,09
	X_6^3	3	0	2	0,11	2	0,09
$X_{G7}=X_9$	X_9^1	3	0	2	0,165	2	0,145
	$[X_9^2]$	1	0,4	2	0,165	2	0,145
$X_{G8}=X_{10}$	X_{10}^1	3	0	2	0,11	2	0,09
	$[X_{10}^2]$	3	0	2	0,11	2	0,09
	$[X_{10}^3]$	1	0,4	2	0,11	2	0,09
$X_{G9}=X_{11}$	X_{11}^1	3	0	2	0,165	2	0,145
	$[X_{11}^2]$	1	0,4	2	0,165	2	0,145
$X_{G10}=X_{12}$	X_{12}^1	3	0	2	0,165	2	0,145
	$[X_{12}^2]$	1	0,4	2	0,165	2	0,145

5. В соответствии с декомпозиционной схемой производится распечатка множества (7) с редактированием описания структуры объекта. Для более полного представления о создаваемом объекте к описанию прилагаются иллюстрации в виде структурных схем, эскизов и т.п.

В рассматриваемом примере синтеза автоматизированной установки сбора и контроля дебита продукции нефтяных скважин согласно табл. 2 уравнение (7) имеет вид:

$$X^* = \{ X_7^2, X_8^2, X_1^1; X_2^2, X_3^3, X_4^3, X_5^3, X_6^3, X_9^2, X_{10}^2, X_{11}^2, X_{12}^2 \}. \quad (8)$$

В результате структурного синтеза (8) получена новая конструкция АУСК НС, схема которой приведена на рисунке 1.

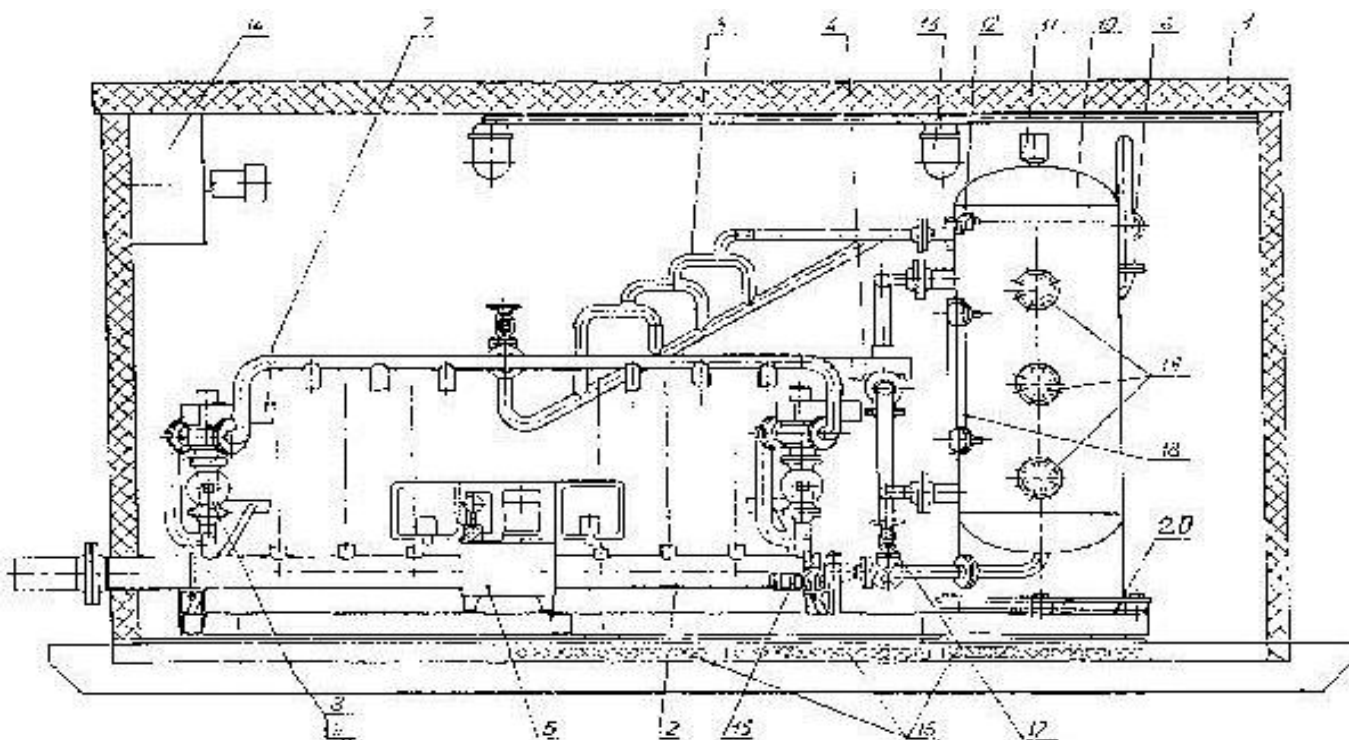


Рис. 1 Схема автоматизированной установки сбора и контроля продукции нефтяных скважин

В установке используются автоматические краны-переключатели 7, распределяющие посредством группового гидропривода 5 потоки нефтегазовой смеси либо «на слив» в коллектор, либо «на замер» через сепарационную емкость 10. Кроме того, такой же кран 4 используется и для разделения фракций при измерении дебита скважин по жидкости и газу. Краны ручного переключателя 8 используются при профилактическом осмотре и ремонте кранов 7, переключая потоки смеси от скважин непосредственно в коллектор, что предотвращает закрытие скважины, а, следовательно. И возможность порыва трубопроводных магистралей и разлив нефтепродуктов на местности нефтепромысла.

Преимуществами новой установки сбора и контроля продукции нефтяных скважин являются:

- повышенная степень автоматизации процессов сбора и контроля параметров нефтяных скважин;

- повышенная надежность работы за счет исключения сложных устройств переключения потоков нефтегазовой смеси;

- улучшенная экологичность конструкции, безопасность и комфортность ее обслуживания.

3. ПРИМЕР ДЕКОМПОЗИЦИОННОГО АНАЛИЗА ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ ДЕТАЛИ

При реализации метода многосторонней обработки на автоматизированных токарных станках с ЧПУ возникла необходимость многократного ввода сторон детали в зону обработки, т.е. необходимость управлять угловым положением детали непосредственно при вращении или фиксированном останове шпинделя. Для этого потребовались автоматические информационно-управляющие устройства, функционирующие совместно с устройствами ЧПУ станков и обеспечивающие по их команде поворот детали в заданное программой угловое положение [2]. Несмотря на кажущуюся на первый взгляд простоту, создание таких устройств оказалось задачей достаточно сложной. С другой стороны, большинство ранее разработанных поворотных патронов, не оснащенных устройствами управления, не может в таком виде эффективно использоваться на современных станках с ЧПУ, а тем более в ГПМ и ГПС. Более глубокое изучение задачи управления положением вращающихся деталей при многосторонней обработке выявило в ее решении полную аналогию с задачами управления сложными подвижными объектами. Для управления такими объектами применяются распределенные информационно-управляющие системы, которые независимо от конкретного назначения обладают рядом общих характеристик особенностей, относящихся и к управлению положением вращающихся деталей при многосторонней обработке. Основными из этих особенностей применительно к автоматизированной системе управления положением детали (АСУПД)

являются:

- распределенность, характеризующаяся расположением управляемых и управляющих элементов в неподвижных и подвижных органах станка, его силовых гидро- или пневмосистемах, устройстве управления станком;

- подвижность управляемых элементов, предполагающая линейное, угловое и др. более сложные движения элементов, которые сами расположены во вращающемся объекте;

- функциональная связь между движущимися и неподвижными элементами, требующая специальных средств, отсутствующих в обычных устройствах ЧПУ;

- быстродействие, выражающееся в оперативной выработке системой управляющих воздействий со скоростями, соизмеримыми с выработкой управляющих воздействий устройством ЧПУ станка;

- недопустимость потерь информации, так как в противном случае неизбежны выходы оборудования из строя;

- живучесть системы, заключающаяся в безотказном функционировании всех элементов, в том числе находящихся в неблагоприятных условиях вблизи зоны резания (попадание стружки, охлаждающей жидкости, различные помехи, наводки и т.п.).

Очевидно, что такими особенностями могут обладать системы, построенные на физических эффектах, обеспечивающих быстродействие на основе применения средств дистанционного управления при минимальном количестве механических частей и исключительно высокой живучести в неблагоприятных условиях для таких систем, как механоэлектронные.

Таким представляется подход к общей характеристике облика новых систем, построение которых является многовариантной задачей. Ее решение связано со структурным синтезом, для которого в полной мере применим декомпозиционный метод.

Декомпозиция задачи формирования структуры АСУПД должна содержать характеристики, в виде основных признаков и свойств системы и

альтернативные варианты их реализации.

К таким признакам применительно к АСУПД можно отнести следующие:

- вид датчика положения детали - без датчика, контактный, с герметичными контактами, механический, контактный (со счетчиком циклов поворота);

- размещение датчика положения - на вращающемся патроне (кулачке), над патроном (невращающийся), на приводе поворота;

- обратную связь - отсутствует, имеется косвенная, например реле давления, прямая (через датчик положения), прямая с дополнительным контролем, например, датчик положения и реле давления;

- функции датчика положения - изменение положения коммутирующего элемента, замыкание контактов, замыкание обмотки катушки связи, оптическое замыкание;

- преобразование сигнала датчика на вращающейся части патрона - отсутствует, изменение емкости, изменение ЭДС;

- способ передачи информации с вращающейся части - контактный, емкостно-частотный, индукционный, радиоканал, механический;

- периодичность передачи информации о положении детали - непрерывно в любом угловом положении патрона, дискретно в фиксированном положении патрона или при его вращении;

- энергоснабжение элементов системы - без энергоснабжения, внешний источник, внутренний источник;

- устройство станка, реализующее управляющие сигналы - УЧПУ станками, цикловая автоматика, программируемый контроллер;

- устройство связи АСУПД с системой управления станком - электронный преобразователь, контактное, механическое или оптическое устройство.

В таблице 3 приведена декомпозиционная схема (ДС) формирования структуры АСУПД, построенная на основе рассмотренных выше положений.

Таблица 3 - Декомпозиционная схема анализа задачи формирования структуры АСУПД

X_{ξ}	1-й уровень декомпозиции	X_{ξ}^{β}	2-й уровень декомпозиции
X_1	Вид датчика положения детали	X_1^1	без датчика
		X_1^2	контактный (с герконом)
		X_1^3	механический
		X_1^4	бесконтактный круговой, типа ЛИР, ВЕ и т.д.
X_2	Размещение датчика положения	X_2^1	на вращающемся патроне (кулачке)
		X_2^2	над патроном (невращающийся)
		X_2^3	на приводе, в приводе поворота детали
X_3	Функция датчика положения	X_3^1	замыкание контактов, соответственно угловым положениям детали в патроне
		X_3^2	замыкание обмотки катушки связи
		X_3^3	последовательность прямоугольных импульсов (sin, cos, НМ) для ЧПУ
		X_3^4	оптическое замыкание
X_4	Обратная связь	X_4^1	отсутствует
		X_4^2	косвенная, например реле давления
		X_4^2	связь непосредственно с УЧПУ или другим управляющим устройством
X_5	Привод поворота детали	X_5^1	встроенный гидравлический
		X_5^2	встроенный пневматический
		X_5^3	встроенный электромеханический
		X_5^4	автономный электромеханический
X_6	Способ передачи информации с вращающейся части	X_6^1	механический
		X_6^2	контактный
		X_6^3	индукционный
		X_6^4	радиосигнал

X ₇	Периодичность передачи информации о положении детали	X ₇ ¹	непрерывно в любом угловом положении
		X ₇ ²	дискретно в фиксированном положении патрона или при его вращении
		X ₇ ³	непрерывно, непосредственно устройству ЧПУ
X ₈	Энергоснабжение элементов системы	X ₈ ¹	без энергоснабжения
		X ₈ ²	внешний источник
		X ₈ ³	внутренний источник
X ₉	Устройство, реализующее сигналы датчика	X ₉ ¹	УЧПУ станка
		X ₉ ²	цикловая электроавтоматика станка
		X ₉ ³	программируемый контроллер
X ₁₀	Устройство связи АСУПД с электроавтоматикой станка	X ₁₀ ¹	электронный преобразователь
		X ₁₀ ²	контактное или оптическое
		X ₁₀ ³	отсутствует (связь осуществляется через УЧПУ станка)

4. ОПИСАНИЕ АСУПД, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА

Применение декомпозиционной схемы (табл.3) в сочетании с принципами методов синтеза структурных решений, изложенных в [2, 3], позволяет сформировать большое количество различных вариантов структур АСУПД. На рисунке 2 представлены схемы систем управления, полученные в результате синтеза, обеспечивающие выполнение заданных функций, будучи построенными на различных принципах действия.

Работа первой из рассматриваемых АСУПД основана на принципе действия колебательной системы, вырабатывающей управляющие сигналы путем изменения собственной частоты вращающегося колебательного контура при включении в него датчиком положения детали конденсаторов различной емкости. Собственная частота f_i колебательного контура определяется

известной зависимостью

$$f_i = 1/2\pi\sqrt{L_B \cdot C_i}, \quad (9)$$

где L_B - индуктивность вращающейся катушки; C_i - емкость включенного i -го конденсатора. Данная АСУПД с вращающимся колебательным контуром (рисунок 2, а) содержит следующие управляющие элементы: датчик положения детали 3.1, в корпусе которого смонтированы четыре герметичных контакта, поочередно замыкаемые постоянным магнитом, установленным в диске связанным с поворотной цапфой; блок конденсаторов различной емкости, устанавливаемый в корпусе 1; вращающуюся катушку, закрепленную на планшайбе поворотного патрона; неподвижную катушку, установленную соосно с вращающейся катушкой на расстоянии 2-5 мм и закрепленную на передней бабке станка; управляющий электронный блок 3.2, установленный в электрошкафу станка.

АСУПД работает совместно с устройством ЧПУ 3.3 станка. Поворот цапфы с деталью на 90° осуществляется по команде УЧПУ. При этом диск в корпусе датчика положения 3.1 также поворачивается на угол 90° и магнитом замыкает один из герконов датчика, включая тем самым в обмотку вращающейся катушки один из конденсаторов, что образует колебательный контур с определенной фиксированной собственной частотой. В управляющем блоке 3.2, связанным с колебательным контуром через неподвижную катушку, синусоидальный сигнал, соответствующий данной частоте, преобразуется в прямоугольные импульсы, количество которых, подсчитанное за фиксированный промежуток времени, соответствует определенному угловому положению детали в патроне. Если при сравнении истинное положение не совпадает с заданным программой, то цикл поворота на угол 90° повторяются через электроавтоматику станка 3.4 и распределитель жидкости 3.5 до совпадения адреса на входе сравнивающего элемента блока 3.2 с адресом команды заданного положения детали. Положение детали постоянно высвечивается блоком индикации 3.6.

В АСУПД (рисунок 2, б) датчик положения 3.1 является имитатором

поворота детали в патроне. Он содержит поворотный механизм, действующий от привода поворота, бегунок в виде диска с постоянным магнитом и плату с герметичными контактами, замыкание которых магнитом при повороте диска идентифицирует соответствующее положение детали в патроне. Сигнал от датчика 3.1, поступая в блок управления 3.2, сравнивается с заданным программой положением детали. Циклы ее поворота повторяются до совпадения адреса сравнивающего элемента блока 3.2 с адресом команды от устройства ЧПУ 3.3.

В третьей АСУПД (рисунок 2, с) программой от устройства ЧПУ 3.3 в соответствии с технологическим процессом многосторонней обработки детали задается количество циклов поворота. Датчик положения 3.1, отслеживающий выполнение одного цикла посредством двух путевых бесконтактных датчиков, совместно с блоком управления 3.2 образует счетчик циклов поворота. После получения от блока 3.2 устройством ЧПУ 3.3 сигнала о совершении приводом заданного количества циклов поворота их повторение прекращается и устройством ЧПУ включается следующий кадр программы многосторонней обработки детали или останов вращения шпинделя для удаления готовой детали из поворотного патрона.

В отличие от рассмотренных трех АСУПД, индексирующих положение детали в патроне в строго определенных условиях положениях (чаще через 90° или $60^\circ/120^\circ$) - четвертая (рисунок 2, d) обеспечивает бесступенчатую индексацию детали в любом, задаваемом программой ЧПУ угловом положении. Для этого АСУПД 3 снабжена автономным приводом 4, в котором размещен круговой датчик 3.2, например, типа ЛИР, связанный с УЧПУ 3.3 и соединяемый при повороте детали с цапфой 4.1 поворотного патрона, несущей элементы базирующие заготовку.

По завершении поворота цапфа жестко фиксируется в патроне (кулачке патрона) за ее цилиндрическую часть разжимным фиксатором 4.2, перемещаемом посредством привода 2.

По существу, данная АСУПД реализует дополнительную координату

автоматического положения детали, обеспечиваемого программным путем от УЧПУ станка.

Вывод шпинделя станка в исходное угловое положение и фиксация детали в поворотном патроне контролируется датчиками 3.7 и 3.6 соответственно.

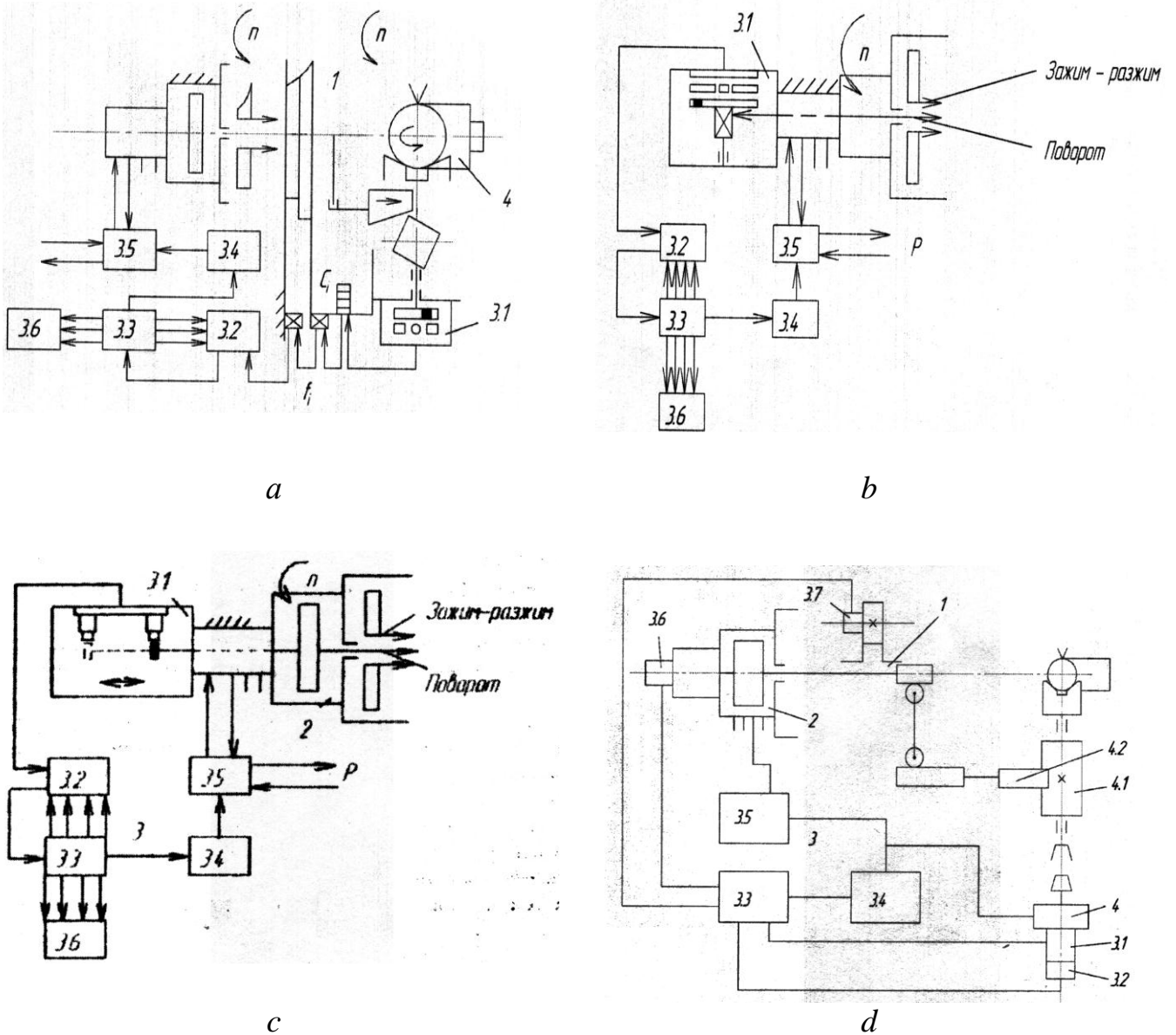


Рис. 2 Структурно-функциональные схемы АСУПД:

a - с колебательным контуром, *b* - с имитатором поворота, *c* - со счетчиком циклов поворота, *d* - с круговым датчиком и приводом бесступенчатой индикации (см. приложение).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое декомпозиция задачи, проблемы?

2. Раскройте сущность 1-го уровня декомпозиции объекта (системы), определив его основные свойства и/или относительно независимые признаки X_ξ .

3. Принимая во внимание, что практически любая проблема не является полностью неизвестной раскройте идею 2-го уровня декомпозиции – выбора множеств альтернатив реализации каждого признака 1-го уровня ($X_\xi^\beta \in X_\xi$).

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перед выполнением лабораторных работ необходимо внимательно изучить данные методические указания и ответить на контрольные вопросы. Задания к каждой лабораторной работе приведены ниже. Лабораторная работа выполняется индивидуально или группой не более 2 студентов.

6.1 Лабораторная работа №1

Разработка декомпозиционной схемы анализа задачи создания технического объекта

1. Сформулировать задание на разработку структуры объекта согласно объекту курсового проектирования или по варианту из таблицы 4.

2. Выполнить краткое описание проектируемого объекта.

3. Выполнить декомпозиционный анализ структуры объекта проектирования.

6.2 Лабораторная работа №2

Синтез структуры технического объекта

1. Выбрать целевые условия синтеза структуры.

2. Выполнить структурный синтез объекта проектирования.

3. Описать полученную структуру.

4. оформить отчет по выполненным работам.

Таблица 4 - Варианты заданий на разработку алгоритма поворота детали

№ п/п	Исходное угловое положение детали	Заданное угловое положение детали	Вид АСУПД (см. рис.1)
1	0°	270°	АСУПД (а)
2	90°	270°	Поворот только по часовой стрелке (шаг 90°)
3	180°	0°	
4	180°	90°	
5	180°	90°	
6	270°	0°	Поворот детали против часовой стрелки (шаг 90°)
7	270°	180°	
8	0°	270°	
9	270°	180°	
10	180°	90°	Поворот детали против часовой стрелки (шаг 90°)
11	90°	0°	
12	270°	180°	
13	12°	90°	
14	180°	9°	Вращение в обоих направлениях (выбирается) (шаг 1°)
15	100°	12°	
16	0°	16°	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. - М: Наука, 1973. - 160 с: ил.
2. Пухов А.С. Автоматизация многосторонней обработки вращающихся деталей. - М: ВНИИТЭМР. Сер. 6. Технология металлообрабатывающего производства, 1986. Вып. 4. - 64 с.
3. Пухов А.С. Система управления токарными поворотными патронами //Вестник машиностроения, 1988. № 7. - с. 34-38.
4. Пухов А.С. Синтез решений при поисковом проектировании автоматизированных систем: Монография. - Курган: Изд-во Курганского гос.ун-та, 2009. - 154 с.
5. Пухов А.С., Федотова М.М. Автоматизация многосторонней обработки деталей с произвольной индексацией их углового положения. Вестник Курганского гос.ун-та. № 2, 2012.с.107-109.
6. Пухов А.С. Проектирование автоматизированных технологических систем: учебное пособие. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013.192 с.

Приложение

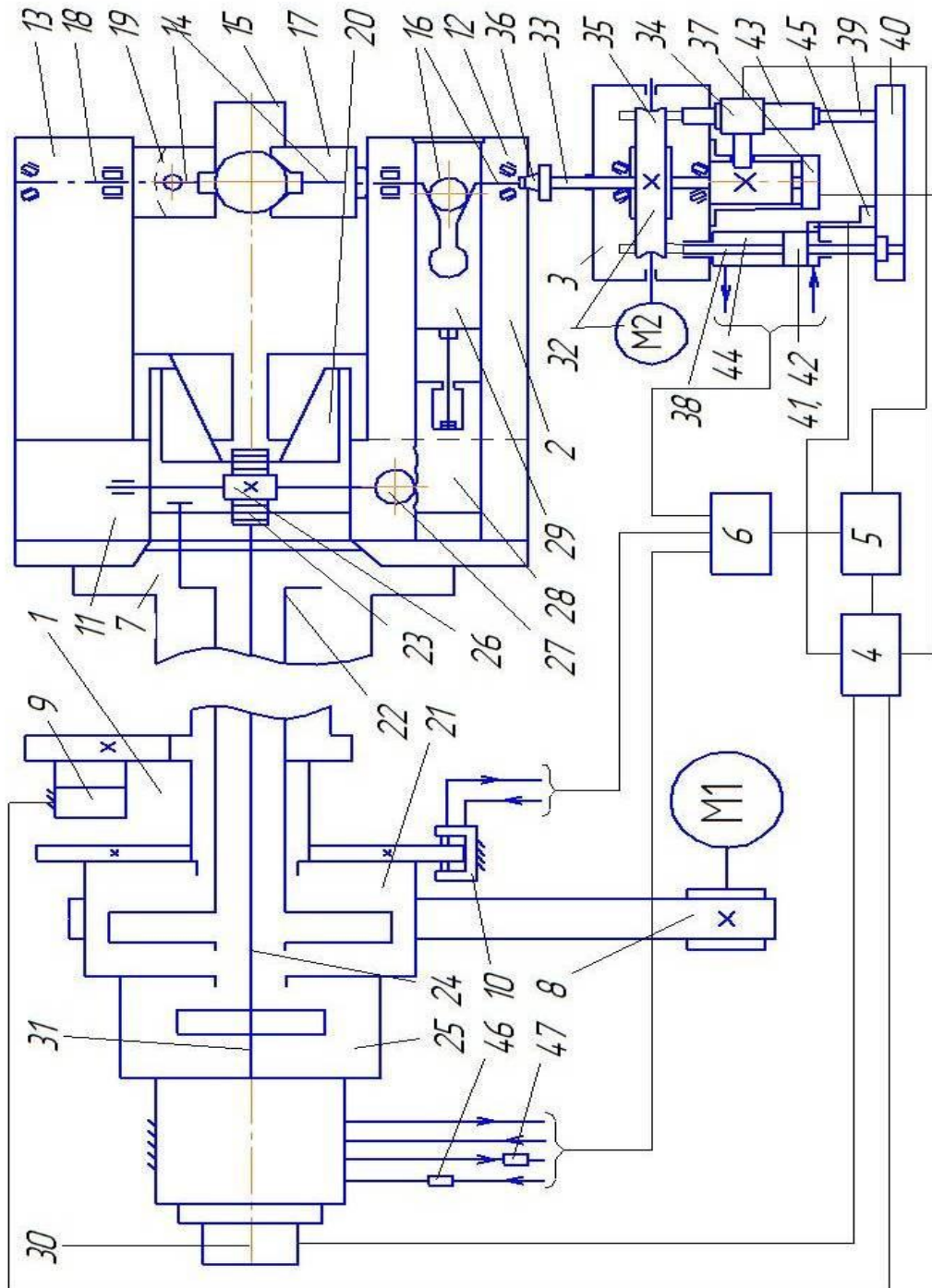


Рисунок 2 - Токарный полуавтомат для многосторонней обработки
деталей

Пухов Александр Семенович

**ПОИСКОВО-СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Проектирование автоматизированных систем», «Проектирование систем автоматизации и управления» для студентов очной и заочной форм обучения направлений 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и 27.03.04 «Управление в технических системах»

Авторская редакция

Подписано в печать 02.11.17	Формат 60x84 1/8	Бумага 65г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,5	Уч. изд. л. 1,5
Заказ №193	Тираж 25	Не для продажи

Библиотечно-издательский центр КГУ.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.