

## РАЗВЕРНУТЫЙ СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

С. И. КОЗЛОВ, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Тенденция развития научно-технического прогресса в современных условиях характеризуется разработкой и выпуском огромного количества автоматизированной техники. Доскональное понимание и знание сущности систем автоматизации дает возможность профессионально и эффективно ее эксплуатировать.

Ни у кого не вызывает сомнения, что эксплуатация автоматизированной техники (систем автоматизации) позволяет значительно увеличивать ее производительность, повышать качество производимой продукции и выполняемых различных видов работы, а также улучшать условия труда человека [1, 3–5].

В проведённых ранее нами исследованиях было отмечено, что структурные схемы, начерченные на основе выполненного структурного анализа, не только раскрывают, но и наглядно показывают физические механизмы формирования в системах автоматизации управляющих сигналов, команд и воздействий; контуров управления, регулирования, контроля и сигнализации; автоматических регуляторов управления, контроля и сигнализации [2, 6].

Следовательно, профессиональная степень подготовки современного инженера должна определяться умением анализировать рабочий процесс систем автоматизации с целью выявления и определения причин возникающих отказов и неисправностей, а также умением профессионально организовать эксплуатацию автоматизированной техники в производственных условиях.

Одной из разновидностей структурного анализа систем автоматизации является упрощенный структурный анализ, который является первым и необходимым учебно-познавательным приемом на пути к системному и более углубленному и осознанному пониманию структуры систем автоматизации [3, 6].

Упрощенный структурный анализ представляет собой процесс осознанного целенаправленного разделения технических средств автоматизации на две разновидности структурных элементов: объект автома-

тизации и систему управления, а также определение физического взаимодействия между собой структурных элементов и составление упрощенной структурной схемы [3, 6].

Этот вид структурного анализа обеспечивает в учебном процессе поступательный характер познания от простого к более сложному развернутому анализу систем автоматизации.

**Основная часть.** Развернутый структурный анализ систем автоматизации – это такой вид структурного анализа, который является не только, более сложным, но и более эффективным и продуктивным учебно-методическим направлением с точки зрения степени познания структуры систем автоматизации. Это обусловлено тем, что развернутый структурный анализ в полной мере раскрывает структуру систем автоматизации. Овладение развернутым структурным анализом обеспечивает максимально полезную познавательность содержания и сущности систем автоматизации, раскрывает содержание физического механизма формирования в системах автоматизации управляющих сигналов, управляющих команд и управляющих воздействий. Развернутый структурный анализ обеспечивает наглядность умозрительного восприятия действия не только главной обратной связи, но также действия различных разновидностей местных обратных связей.

Развернутый структурный анализ приводит к пониманию сути автоматического управления объектами в одних видах систем автоматизации и сути автоматического контроля за состоянием объектов в других видах систем автоматизации. Выполнение развернутого структурного анализа достаточно полно раскрывает описательно-познавательный характер процесса изучения систем автоматизации.

Развернутый структурный анализ представляет собой процесс осознанного и целенаправленного выделения из систем автоматизации объекта и разделение автоматических регуляторов, образующих систему управления, на структурные элементы, а также процесс осознанного определения физического взаимодействия между собой структурных элементов, образующих систему автоматизации, и построение развернутой структурной схемы.

Процесс выделения объекта из системы автоматизации и разделения автоматических регуляторов системы управления на структурные элементы осуществляется на основе знания определений объекта и структурных элементов, входящих в состав каждого автоматического регулятора.

Развернутый структурный анализ систем автоматизации выполняется на основе использования графических материалов в виде принципиальных электрических схем и текстовых материалов, в которых излагаются их устройство и рабочий процесс.

Целью такого структурного анализа является определение в каждой изучаемой системе автоматизации полного состава структурных элементов.

В выполняемом развернутом структурном анализе используются результаты выполненного упрощенного структурного анализа одной и той же изучаемой системы автоматизации. Объект автоматизации используется в том же виде со всеми его входными и выходными физическими параметрами. Дополнительному структурному анализу подвергаются автоматические регуляторы системы автоматизации. В полном объеме используется также установленная физическая связь между объектом и автоматическими регуляторами.

Рассмотрим развернутую структурную схему на примере параметрического измерительного преобразователя (ИП) (рис. 1).

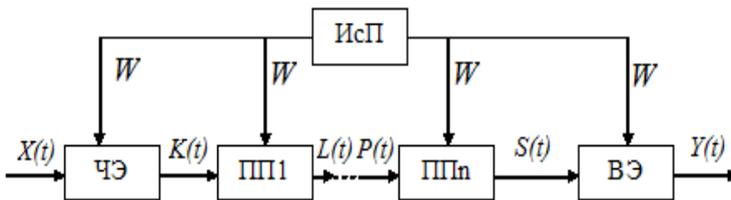


Рис. 1. Развернутая структурная схема параметрического измерительного преобразователя (ИП):

- ЧЭ – чувствительный элемент (первый первичный преобразователь);
- ПП1 – второй первичный преобразователь; ПП1...ППn – n-е количество промежуточных первичных преобразователей; ППn – предпоследний первичный преобразователь;
- ВЭ – выходной элемент (последний первичный преобразователь);  $X(t)$  – входной параметр параметрического ИП;  $K(t)$ ,  $L(t)$ ...  $P(t)$ ,  $S(t)$  – промежуточные параметры параметрического ИП;  $Y(t)$  – выходной параметр параметрического ИП;
- ИСП – источник питания;  $W$  – входной физический параметр измерительного преобразователя

Ее отличие от упрощенной структурной схемы, на которой реально действующий в системах автоматизации сельскохозяйственной техники параметрический ИП, изображается одним структурным звеном [3], здесь изображаются структурные элементы, отражающие полный количественный состав первичных преобразователей. Построение раз-

вернутой структурной схемы параметрического ИП конкретного конструктивного исполнения связано с определением количества первичных преобразователей и физической природы их входных и выходных параметров.

В конструкции параметрических ИП может быть различное количество первичных преобразователей – два, три, четыре и т. д. Каждый первичный преобразователь является структурным элементом. В обобщенном плане параметрический ИП с любым количеством первичных преобразователей можно представить в виде развернутой структурной схемы. В развернутой структурной схеме обобщенного плана показывается количество первичных преобразователей, равное  $n + 2$ : из них  $n$  отражает количество промежуточных первичных преобразователей (ПП), цифра 2 отражает один чувствительный (ЧЭ) и один выходной (ВЭ) структурные элементы. Индексы от 1 по  $n$  отражают количество структурных элементов в параметрическом ИП, которые выполняют функции промежуточных первичных преобразователей.

Физические связи представляют собой действие физических параметров между структурными элементами. Выходной параметр предыдущего структурного элемента является входным параметром последующего структурного элемента. Физическая связь между первичными преобразователями действует в параметрическом ИП в виде конструктивных соединений, выполненных посредством различных деталей. Входной и выходной параметры структурных элементов обозначаются прописными латинскими буквами  $X(t)$ ,  $K(t)$ ,  $L(t)$ ...  $P(t)$ ,  $S(t)$ ,  $Y(t)$ , которые содержат информацию обобщенного плана. Это означает, что буквенные обозначения являются условными, так как не отражают физическую природу входных и выходных параметров в ИП различного конструктивного исполнения.

Развернутая структурная схема в наглядной и доступной для восприятия форме отражает последовательное преобразование входного параметра  $X(t)$  (контролируемого параметра объекта) в выходной параметр  $Y(t)$ .

Входной параметр  $X(t)$  преобразуется чувствительным элементом (ЧЭ) в параметр  $K(t)$ , который является входным параметром первого промежуточного первичного преобразователя (ПП1). В выходной цепи (выходном канале) первичного преобразователя ПП 1 появляется параметр  $L(t)$  и т. д. Преобразовательный процесс одного параметра в другой продолжается и заканчивается в выходном элементе (ВЭ). Вы-

ходной элемент осуществляет окончательное преобразование и в его выходной цепи (выходном канале) появляется параметр  $Y(t)$  нужной физической природы и нужного вида для его передачи в сравнивающий элемент.

**Заключение.** Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что развернутый структурный анализ является не только более сложным, но и более эффективным и продуктивным учебно-методическим направлением, с точки зрения степени познания структуры систем автоматизации, и в полной мере раскрывает структуру систем автоматизации. Овладение развернутым структурным анализом приводит к пониманию сути автоматического управления объектами в одних видах систем автоматизации и сути автоматического контроля за состоянием объектов в других видах систем автоматизации. Выполнение развернутого структурного анализа достаточно полно раскрывает описательно-познавательный характер процесса изучения систем автоматизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – Москва: Колос, 2004.
2. Козлов, С. И. Структурный анализ автоматизированных систем управления сельскохозяйственной техники / С. И. Козлов, С. А. Бортник // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2019. – № 1 (18). – С. 276–281.
3. Козлов, С. И. Упрощенный структурный анализ систем автоматизации сельскохозяйственной техники / С. И. Козлов, С. А. Бортник // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2020. – № 1 (19). – С. 94–100.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Клоев [и др.]. – Москва: Энергоатомиздат, 1990.
5. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок / под ред. проф. И. Ф. Кудрявцева – Москва: Агропромиздат, 1988.
6. Радченко, Г. Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники / Г. Е. Радченко. – Минск: Технопринт, 2005.

*Аннотация.* Развернутый структурный анализ является не только более сложным, но и более эффективным и продуктивным учебно-методическим направлением, с точки зрения познания структуры систем автоматизации, и в полной мере раскрывает структуру систем автоматизации.

*Ключевые слова:* автоматизация, структурный анализ, структурная схема, структурные элементы.