

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРОЩЕННОГО СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА В ОТРАЖЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

С. И. КОЗЛОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 16.06.2022)

В настоящее время практически все современные мобильные, стационарные машины и агрегаты, а также стационарное технологическое оборудование, поступающее в производственную эксплуатацию, оснащены техническими средствами автоматизации. Эксплуатация современной автоматизированной техники (систем автоматизации) позволяет значительно увеличивать ее производительность, повышать качество производимой продукции и выполняемых различных видов работы, а также улучшать условия труда человека. Особенности структурных схем систем автоматизации, которые эксплуатируются в промышленном производстве, заключаются в их содержании. Структурные схемы, выполненные на основе структурного анализа, не только раскрывают, но и наглядно показывают физические механизмы формирования в системах автоматизации. Конкретность и характер их особенностей связаны с назначением, сложностью конструктивного исполнения и рабочим процессом систем автоматизации. В отличие от сложных объектов, управление которыми осуществляется техническими средствами и оператором-диспетчером, управление многочисленными объектами выполняется в системах автоматизации только техническими средствами. Структурный анализ осуществляется на основе использования принципиальных электрических схем систем автоматизации, а также на основе использования описания таких схем с точки зрения устройства и рабочего процесса. Роль структурного анализа, связанного с пониманием структуры систем автоматизации, чрезвычайно велика и очень значима. Знание структуры систем автоматизации позволяет раскрывать содержание основных понятий и параметров, связанных с автоматическим управлением различными объектами. Упрощенный структурный анализ является наиболее простым, но весьма эффективным методическим приемом при изучении систем автоматизации современной техники. Он обеспечивает первоначальное и упрощенное представление о структуре систем автоматизации и позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о ее сущности.

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

At present, almost all modern mobile, stationary machines and units, as well as stationary technological equipment entering production operation, are equipped with technical means of automation. The operation of modern automated equipment (automation systems) can significantly increase its productivity, improve the quality of products and various types of work performed, as well as improve human working conditions. The features of structural diagrams of automation systems that are operated in industrial production lie in their content. Structural diagrams, made on the basis of structural analysis, not only reveal, but also clearly show the physical mechanisms of formation in automation systems. The specificity and nature of their features are associated with the purpose, complexity of design and workflow of automation systems. Unlike complex objects, which are controlled by technical means and an operator-dispatcher, control of numerous objects is carried out in automation systems only by technical means. Structural analysis is carried out on the basis of the use of circuit diagrams of automation systems, as well as on the basis of the description of such circuits in terms of device and workflow. The role of structural analysis associated with understanding the structure of automation systems is extremely large and very significant. Knowledge of the structure of automation systems allows you to reveal the content of the basic concepts and parameters associated with the automatic control of various objects. Simplified structural analysis is the simplest, but very effective methodological technique in the study of automation systems of modern technology. It provides an initial and simplified view of the structure of automation systems and allows you to have a general, but necessary and useful idea of its essence.

Key words: automation, automation object, structural analysis, block diagram, structural elements.

Введение

Тенденция развития научно-технического прогресса в современных условиях характеризуется разработкой и выпуском различной автоматизированной техники. Знание и понимание содержания и сущности автоматизированной техники дает возможность профессионально и эффективно ее эксплуатировать. Практически все современные мобильные, стационарные машины и агрегаты, а также стационарное технологическое оборудование, поступающее в производственную эксплуатацию, оснащены техническими средствами автоматизации. Эксплуатация современной 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, 2, 4, 5].

Уровень подготовки инженера должен соответствовать современному уровню развития научно-технического прогресса в области сельскохозяйственного производства. 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. Структурные схемы, выполненные на основе 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 [3, 6].

Особенности структурных схем систем автоматизации, которые эксплуатируются в промышленном производстве, заключаются в их содержании. Конкретность и характер особенностей связаны с назначением, сложностью конструктивного исполнения и рабочим процессом систем автоматизации. В отличие от сложных объектов, управление которыми осуществляется техническими средствами и оператором-диспетчером, управление многочисленными объектами выполняется в системах автоматизации только техническими средствами.

Основная часть

Структурный анализ – это процесс мысленного восприятия и отражения в своем сознании структуры (внутреннего устройства) систем автоматизации посредством формирования и построения их реального структурного образа, состоящего из структурных элементов [6]. Структурный анализ осуществляется на основе использования принципиальных электрических схем систем автоматизации, а также на основе использования описания таких схем с точки зрения устройства и рабочего процесса. Реальный структурный образ каждой системы автоматизации конкретизирует и отражает ее структуру в виде вычерченных структурных схем. Структурные схемы каждой системы автоматизации формируются осознанно и целенаправленно и могут иметь упрощенный и развернутый вид. Это означает, что каждая система автоматизации может показываться структурными схемами в виде упрощенного и развернутого состава структурных элементов [3].

Мысленное восприятие и отражение внутреннего устройства систем автоматизации на уровне структурных элементов является познавательным процессом анализирующего плана. Система автоматизации осмысленно разделяется на отдельные и самостоятельно обособленные части, которые отличаются между собой конструктивным исполнением и функциональными признаками. Такие функционально обособленные части системы автоматизации являются конкретными техническими средствами и называются структурными элементами [3, 6].

В системах автоматизации структурными элементами являются объект автоматизации и система управления. Автоматический регулятор управления, как правило, состоит из определенного количества структурных элементов, которыми являются измерительный преобразователь (ИП) или чувствительный элемент (ЧЭ), сравнивающий (СЭ) и задающий (ЗЭ) элементы, усилительный орган (УО), исполнительный механизм (ИМ), регулирующий орган (РО). В некоторых автоматических регуляторах управления дополнительно используются преобразователи сигналов, которые преобразуют аналоговый (непрерывный) сигнал в дискретный (прерывистый). Использование преобразователей сигналов обусловлено необходимостью прерывисто подавать управляющую среду в некоторые объекты автоматизации [6]. Объект автоматизации, как правило, обеспечивает выполнение технологического процесса. Система управления осуществляет автоматическое управление протекающим в объекте технологическим процессом по одному или нескольким физическим параметрам. Автоматический регулятор управления является независимым от других подобных устройств в одной системе автоматизации и осуществляет управление объектом по одному физическому параметру.

Структурные элементы систем автоматизации характеризуются функциональными признаками, каждый из которых по своему содержанию присущ только конкретному структурному элементу. Функциональные признаки разделяются на две разновидности: одной из них является функция, а второй – функциональная задача. Функция присуща каждому отдельному структурному элементу, входящему в состав автоматического регулятора управления, контроля и сигнализации. Функциональная задача выражается в конкретной совокупности определенного количественного состава отдельных функций и присуща автоматическому регулятору управления, автоматическому регулятору контроля и автоматическому регулятору сигнализации [3, 6].

Две разновидности функциональных признаков разделяют структурные элементы систем автоматизации на две группы. Одна группа структурных элементов характеризуется одной разновидностью функционального признака, которым является функция. Вторая группа структурных элементов характеризуется второй разновидностью функционального признака, которым является функциональная задача. Функциональная задача в системах автоматизации присуща структурным элементам, которые имеют значительную конструктивную сложность. Такими структурными элементами являются объекты автоматизации и автоматические регуляторы управления, контроля и сигнализации.

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. Упрощенный структурный анализ представляет собой процесс осознанного целенаправленного разделения технических средств автоматизации на две разновидности структурных элементов: объект автоматизации и систему управления, а также определение физического взаимодействия между собой структурных элементов и составление упрощенной структурной схемы [4, 5].

Также в свою очередь разделяется и система управления на отдельные разновидности автоматических регуляторов и определяется в системе управления каждой системы автоматизации их количественный состав. При этом процесс разделения системы автоматизации на две отдельные и обособленные части происходит на основе знаний содержания определений объекта автоматизации и системы управления. К выполнению структурного анализа необходимо приступать после тщательного изучения и в полной мере усвоения материалов, связанных с назначением, устройством и рабочим процессом системы автоматизации машины или оборудования. Наиболее эффективное усвоение указанных параметров в процессе изучения системы автоматизации любой машины осуществляется посредством использования ее графического и текстового материала [3, 5]. Графический материал – это принципиальная электрическая схема, а текстовый материал – описание, выполненное на основе использования принципиальной электрической схемы. Следовательно, текстовый и графический материалы в достаточно полной мере объясняют и раскрывают назначение, устройство и рабочий процесс системы автоматизации машины или оборудования любого назначения.

После разделения системы автоматизации на структурные элементы необходимо выявить общий характер физического взаимодействия между объектом и автоматическими регуляторами (системой управления). Выявление их взаимодействия означает установление физической связи между объектом и автоматическими регуляторами. Но для этого необходимо определить входные и выходные физические параметры, которые присущи каждому структурному элементу, а также определить их физическую природу и вид. Физическая связь между объектом автоматизации и автоматическими регуляторами характеризуется действием их входных и выходных параметров [5].

Результатом выполненного упрощенного структурного анализа системы автоматизации машины или оборудования является упрощенное графическое изображение ее структуры. Такая структура системы автоматизации оформляется в виде упрощенной структурной схемы. В упрощенной структурной схеме элементы показывают условными графическими и буквенными символами. Графические символы имеют вид прямоугольников. Буквенные символы представляют собой две прописные буквы русского алфавита. Буквенные символы размещают внутри прямоугольников и отражают название структурных элементов, которые определяют упрощенный структурный состав системы автоматизации. Упрощенная структурная схема систем автоматизации представляет собой чертеж с минимальным количеством структурных элементов. Численный состав структурных элементов в упрощенных структурных схемах зависит от конструктивной сложности и вида систем автоматизации.

Когда в системах автоматизации управление объектом осуществляется по одному физическому параметру, тогда автоматическое управление объектом осуществляется одним автоматическим регулятором. Такие системы автоматизации разделяются на два структурных элемента, которые показываются в упрощенной структурной схеме. Одним структурным элементом является объект автоматизации, другим структурным элементом – автоматический регулятор управления.

Если в системах автоматизации сельскохозяйственной техники функционирует автоматическая сигнализация, то технические средства автоматической сигнализации образуют автоматический регулятор сигнализации, который показывается в упрощенной структурной схеме в виде отдельного структурного элемента. Если в системах автоматизации управление объектом осуществляется по двум физическим параметрам, то есть объектом управляют два независимых один от другого автоматических регулятора. Такие системы автоматизации разделяют на три структурных элемента, которые показывают на упрощенной структурной схеме. Здесь тогда одним структурным элементом является объект автоматизации и два других структурных элемента представляют собой автоматические регуляторы управления. В таких системах автоматизации может действовать автоматическая сигнализация, которая представляет собой автоматический регулятор сигнализации и в этом случае он тоже показывается в упрощенной структурной схеме системы автоматизации.

Существующее взаимодействие между объектом автоматизации и системой управления показывается на упрощенных структурных схемах в виде линий со стрелками. Рядом со стрелками

пишутся физические параметры общепринятыми латинскими и греческими буквами. Линии со стрелками и буквенные обозначения отражают физическую связь между структурными элементами и направление действия такой связи. Физическая связь позволяет объяснить общий характер взаимодействия между объектом и системой управления, а также взаимодействие объекта автоматизации и окружающей средой [3, 5]. Рассмотрим упрощенную структурную схему параметрического измерительного преобразователя (ИП). Она представляет собой рисунок, на котором реально действующий в системах автоматизации сельскохозяйственной техники параметрический ИП изображается одним структурным звеном (рисунке).

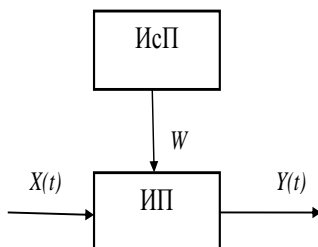


Рис. Упрощенная структурная схема параметрического измерительного преобразователя (ИП)

Данная упрощенная структурная схема отражает конструкцию параметрических ИП любой сложности, при этом конструктивная сложность параметрических ИП показывается упрощенно посредством условного графического символа, который имеет прямоугольную форму и конкретные размеры, достаточные для размещения двух прописных букв «ИП», которые кодируют название «измерительный преобразователь».

Здесь хорошо видно, что в упрощенной структурной схеме показываются два входных параметра и один выходной. Направления действующих параметров отмечены стрелками. Одним входным параметром является физическая величина объекта автоматизации, которую контролирует ИП, вторым входным параметром является энергия, которая поступает из дополнительного источника питания и обеспечивает действие преобразовательного процесса ИП.

Входной параметр $X(t)$ преобразуется в выходной сигнал $Y=kX(t)$, где k – коэффициент чувствительности (усиления) параметрических ИП. Входные и выходной параметры обозначены латинскими буквами $X(t)$, W , и $Y(t)$ и в данном случае содержат информацию обобщенного характера. Это связано с тем, что буквенные обозначения являются условными и не отражают физическую природу входного и выходного сигнала. В реальных системах автоматизации необходимо, при вычерчивании упрощенной схемы параметрических ИП, определять физическую природу входных и выходных параметров и обозначать общепринятыми латинскими и греческими буквами.

Заключение

Таким образом, роль структурного анализа, связанного с пониманием структуры систем автоматизации, чрезвычайно велика и очень значима. Овладение структурным анализом дает возможность понимать самое главное и существенное не только в современных, но и в будущих системах автоматизации. Знание структуры систем автоматизации позволяет раскрывать содержание основных понятий и параметров, связанных с автоматическим управлением различными промышленными объектами. А в свою очередь, упрощенный структурный анализ позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о сущности систем автоматизации современной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М.: Колос, 2004.
2. Иофинов, С. А. Автоматизация в растениеводстве / С. А. Иофинов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1992.
3. Козлов, С. И. Упрощенный структурный анализ систем автоматизации сельскохозяйственной техники / С. И. Козлов, С. А. Бортник. – Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ. – Брянск.: Издательство Брянского ГАУ, 2020. – № 1 (19). – С. 94–100.
3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Клюев [и др.]. – М., 1990.
5. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок / под ред. проф. И. Ф. Кудрявцева – М.: Агропромиздат, 1988.
6. Радченко, Г. Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники / Г. Е. Радченко. – Минск: Технопринт, 2005.