

**Мохов Андрей Игоревич,  
Mohov A.I.**

д.т.н., профессор  
Doctor of Sciences, professor  
Проректор НОУ ВПО ИГУПИТ, Москва  
Prorector, Moscow  
E-mail: [anmokhov@mail.ru](mailto:anmokhov@mail.ru)

**Чулков Виталий Олегович,  
Chulkov V.O.**

д.т.н., профессор, президент  
Ассоциация «Инфографические основы  
функциональных систем», Москва  
Doctor of Sciences, professor  
E-mail: [vitolch@gmail.com](mailto:vitolch@gmail.com)

**Латышев Г.В.,** к.т.н., докторант,  
**Латышев К.В.,** аспирант,  
[123-g@mail.ru](mailto:123-g@mail.ru)

## **Инфографическое моделирование систем автоматизации на основе их элементов**

### **Infographic modeling of systems of automation on the basis of their elements**

**Аннотация:** Развитие автоматизации предполагает последовательное изменение принципов проектирования систем автоматизации. С переходом от электромеханической автоматизации к системам с применением вычислительной техники, появилась тематика передачи данных в целях реализации алгоритма управления технологическим процессом. Особенностью построения таких систем автоматизации, разрабатываемых для крупных зданий и сооружений становится планирование сети передачи данных. Основные проблемы решения такой задачи - в организации трафика и уменьшении времени реакции системы автоматизации. Неудовлетворительное решение задачи приводит на практике к параличу работы системы диспетчеризации здания. Поиск оптимального решения приводит к формулированию новых принципов автоматизации и изменению подхода к проектированию системы автоматизации. В данной статье предпринята попытка на основе элементов схемотехники для систем автоматизации построить методику проектирования, использующую инфографическое моделирование.

**Ключевые слова:** инфография, инфографическое моделирование, сети передачи данных, система автоматизации, схемотехника, системы автоматизации зданий.

**The Abstract:** The development of automation is consistent change in the principles of design automation systems. With the transition from Electromechanical automation of the systems with the use of computer technology, has appeared the subjects of data transmission in order to implement the algorithm of management of technological process. Feature of the design of such systems of automation, developed for large buildings and structures becomes planning of a network of data trans-

mission. The main problem of solution of this problem - in the organization of traffic and reducing the reaction time of the system of automatics. Unsatisfactory solution of the problem leads in practice to the paralysis of the work of dispatching system of the building. Search for an optimal solution leads to the formulation of new principles of automation and change of approach to the design of automation systems. In this article an attempt on the basis of the elements of the circuitry for automation systems of a build technique of designing, using infograf modeling.

**Keywords:** Infograf, data transmission network, system automation, electronics, automation systems of a building.

\*\*\*

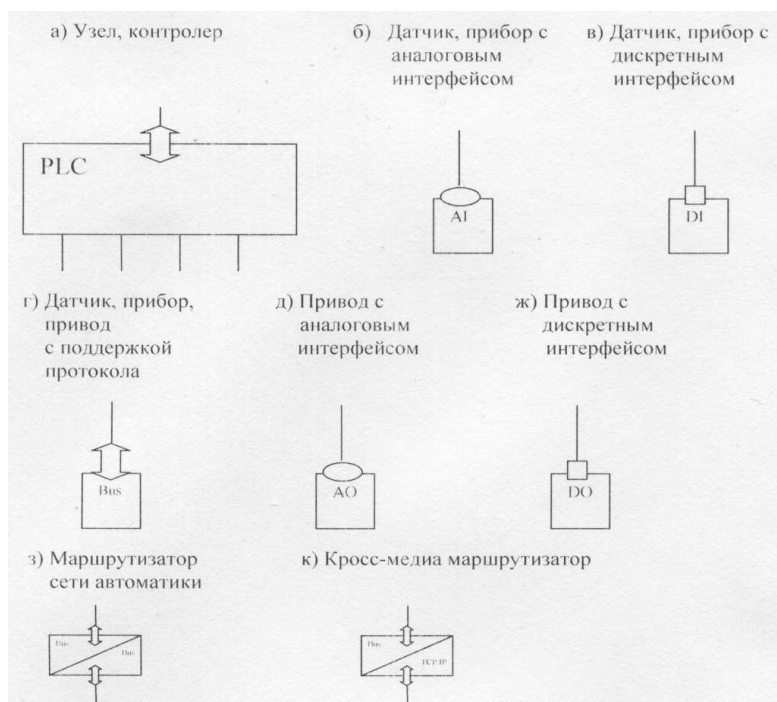
Прогноз развития систем автоматизации включает [1]:

- построение распределенных сетей автоматизации на базе радиочастоты;
- увеличение производительности контроллеров;
- увеличение скорости передачи при постоянном уровне надежности;
- снижение стоимости устройств систем автоматизации.

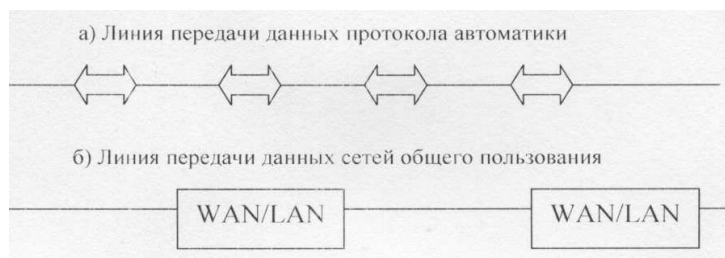
#### ***Базовые обозначения элементов в схемотехнике систем автоматизации***

Логика развития систем автоматизации заключается в переходе от эволюции электронных приборов управления к изменению протоколов передачи данных. Выявлена классификация элементов сетей автоматизации (узлов, контроллеров, датчиков, приборов, приводов, маршрутизаторов и др.) и введены для них базовые обозначения (рис. 1). Линии передачи данных (рис.2) могут объединять между собой эти элементы систем автоматизации и быть интегрированы со SCADA системой (рис.3). Сформированный набор базовых обозначений позволяет привлечь для создания систем автоматизации схемотехнику - научно-техническое направление, используемое для синтеза (определения структуры) электронных схем, обеспечивающих выполнение определённых функций, и расчёта параметров входящих в них элементов.

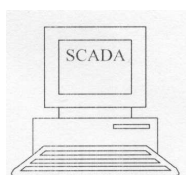
В схемотехнике на основе разработанной электронной схемы создают соответствующее устройство, к которому предъявляют требование надёжной работы в течение заданного времени в реальных условиях производственного разброса параметров элементов и их старения, влияния внешней среды и возмущающих воздействий [2]. Поэтому при разработке схем, наряду с расчётом номинальных значений параметров элементов, необходимо рассчитывать эксплуатационные допуски на них, предусматривать в схеме средства, повышающие надёжность устройства (обеспечивающие устойчивую работу схемы при внешних воздействиях), а также позволяющие контролировать его исправность. Элементной базой для создания устройств автоматизации служат дискретные элементы и их наборы, реализующие типовые функции [4].



**Рис. 1.** Базовые обозначения для элементов сетей автоматки

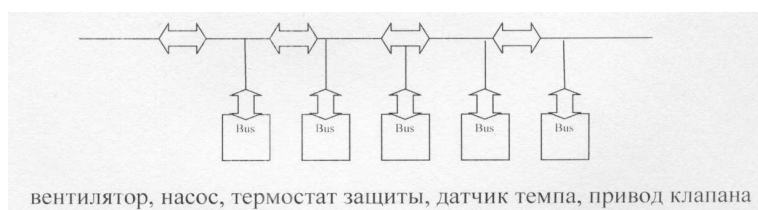


**Рис. 2.** Обозначения линий передачи данных

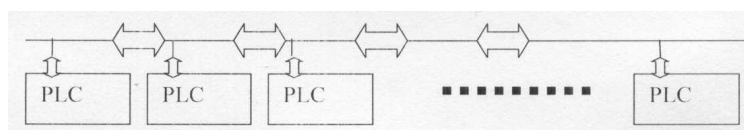


**Рис. 3.** SCADA система

В результате объединения элементов сетей автоматки в их базовых обозначениях можно получать схемы разной конфигурации, с разным оборудованием и свойствами (рис.4-6). На рис.4 приведена схема приточной установки нагрева воздуха; на рис.5 - схема сети с применением одноуровневого протокола передачи данных; на рис.6 - план размещения контроллеров по зданию.

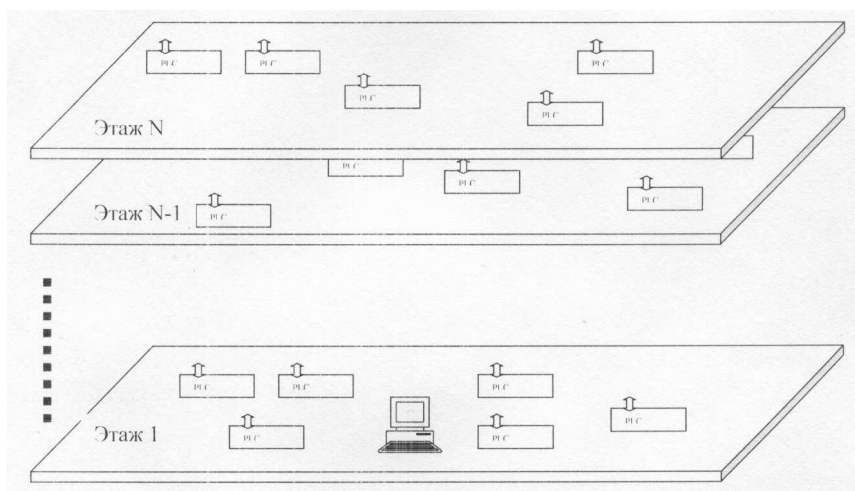


**Рис. 4.** Схема приточной установки нагрева воздуха

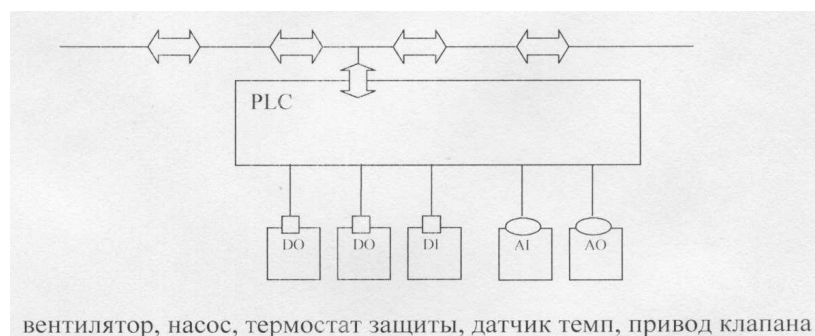


**Рис. 5.** Схема сети с применением одноуровневого протокола передачи данных

Особенности перехода к 4-ому поколению систем автоматизации, а также первое, второе и третье поколения таких систем рассмотрены выше [2]. Третье поколение существовало более 20-ти лет. Цель перехода к четвертому поколению - гибкая автоматизация среды. Для обеспечения наглядности автоматических систем четвертого поколения скорректируем, используя созданный набор базовых обозначений, приведенную на рис.4 систему управления приточной установкой нагрева воздуха. Результат коррекции этой схемы приведен на рис.7.



**Рис. 6.** План размещения контроллеров по многоэтажному зданию



*Рис. 7. Скорректированная схема управления приточной установкой*

Полученная схема обладает свойствами распределенной автоматики, обеспеченной максимальной надежностью функционирования и масштабируемостью. Согласно этому, необходимо использовать датчики и приводы, снабженные поддержкой протокола. Однако, легко заметить, что при выходе из строя любого из датчиков или приводов установка все равно остановится. Здесь имеем дело с эффектом технологически неделимой единицы - приточной установкой. В тоже время, обмен информацией между датчиками и приводами, имеющий целью реализацию алгоритма управления технологическим процессом, засоряет сеть передачи данных, которая, является одноуровневой. Пропускная способность канала ограничивает время реакции алгоритма управления.

Как видно из рис.7, данный вариант сети обладает «относительной распределенностью». Сеть при этом реализует принцип «Одна установка - один контроллер». С точки зрения надежности он не уступает предыдущему случаю. Однако применение данной схемы позволяет избежать лишнего сетевого обмена информацией. Время реакции алгоритма ограничено только ресурсами самого контроллера.

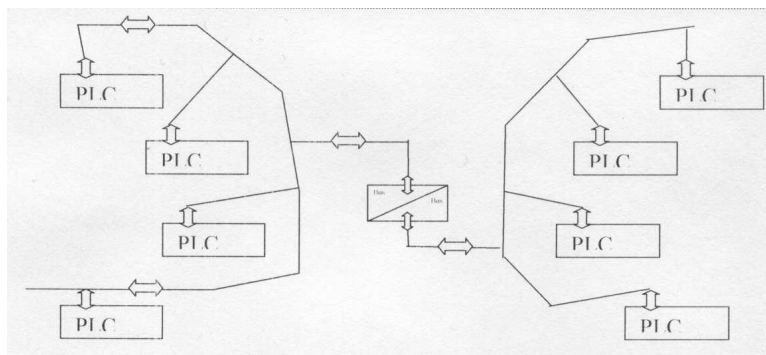
Если поставить задачу оптимизации трафика сети автоматики применением одноуровневого протокола передачи данных, схему (рис.5) можно скорректировать. На рис.5 любую «телеграмму» любого контроллера «слышат» абсолютно все узлы. С ростом числа контроллеров выше некоторого критического, интенсивность сетевых коллизий начинает возрастать экспоненциально, что приводит к абсолютной парализации сети передачи данных. Для решения этой проблемы применяют маршрутизаторы, которые пропускают пакет (телеграмму) через себя только в том случае, если получатель телеграммы находится на другой стороне маршрутизатора. Таким образом, маршрутизаторы разбивают сеть на кусочки, предотвращая «сетевой шум». Скорректированная сеть в виде схемы, определяющей принцип работы маршрутизатора, показана на рис.8.

Сеть автоматики многоэтажного здания, приведенную на рис.6, также можно скорректировать на основе требований к автоматике четвертого поколения, сформированных выше. Скорректированная схема приведена на рис.9.

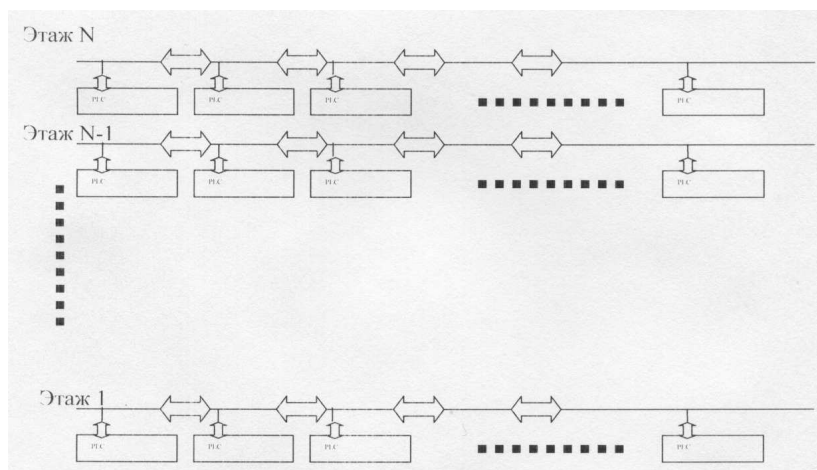
Дальнейшая корректировка учитывает интенсивность обмена при мониторинге со стороны SCADA системы для каждого сегмента и позволяет определить оптимальную точку подключения к главной магистрали здания. На каждом этаже такой точкой будет сегмент с максимальной интенсивностью обмена при мониторинге.

Анализ преобразований, приведших к рассмотренной выше корректировке схем, показывает, что исходные схемы не только меняют свою форму представления, но и нагружаются

дополнительным содержанием, возникающим при объединении схемных элементов в их базовых обозначениях.



**Рис. 8.** Схема работы маршрутизатора



**Рис. 9.** Скорректированная схема группировки контроллеров по этажам многоэтажного здания

Это в полной мере совпадает с подходом, определяемым как «инфографическое моделирование» по В.О.Чулкову [3].

Заметим, что идеологии, применяемые при создании электронных управляющих систем и фиксирующие принадлежность этих систем к автоматизации того или иного поколения, используют закономерности из теории организации [5].

Централизация управления, иерархия управления, распределенное управление - это понятия, традиционно используемые в менеджменте организации.

Таким образом, знания из гуманитарных научных областей становятся основой для построения систем автоматизации.

Носителями таких знаний в форме образов оперируют специалисты-проектировщики, включенные в процесс создания таких систем.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ** - применение машин, машинной техники и технологии с целью облегчения человеческого труда, вытеснения его ручных форм, повышения его производительности.

*Автоматизация производства* призвана устранить физически тяжелый, монотонный труд, переложив его на плечи машин.

*Автоматизация управления* направлена на использование компьютеров и других технических средств обработки и передачи информации в управлении производством и хозяйственными процессами [6].

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Латышев Г.В.** Протоколы систем автоматики: вчера, сегодня, завтра // Алгоритм безопасности.- 2008, №1.- С.24-26.
2. **Латышев Г.В., Латышев К.В., Мохов А.И.** Инфографическое моделирование современных систем автоматики многоэтажного здания.- В.кн.: Организационно-технологические инновации жилищно-коммунального и инвестиционно-строительного комплексов в развитии города: Международный сб. науч. трудов / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.О.Чулкова.- М.: МГАКХиС, 2012.- С.506-511.
3. **Инфография.** Том 1. Многоуровневое инфографическое моделирование. Модульный курс лекций / Под редакцией **В.О.Чулкова.** М.: СВР-АРГУС, 2007.
4. **Поспелов Д.А.** Логические методы анализа и синтеза схем.- Изд.3.- М., 1974.
5. **Мильнер Б.З.** Теория организации: учебник. 2-е изд.- М.: ИНФРА-М, 1999.
6. **Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б.** Современный экономический словарь.- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: ИНФРА-М, 2006.- 495с.