УДК 681.5:621.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И НАЛАДКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ И МИКРОКЛИМАТОМ В ОФИСНОМ ПОМЕЩЕНИИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ KNX

Шиляев Д.В., Билалов А.Б., Билоус О.А., Хабибрахманова Ф.Р.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: boa@msa.pstu.ac.ru

Рассматривается применение технологии KNX при проектировании и наладке системы управления освещением и микроклиматом в офисном помещении. Это позволяет решить задачи включения и выключения освещения и микроклимата по группам, по этажам и во всём здании из одного места. Также предусмотрена возможность диммирования освещения, управление освещением по присутствию человека, цветовая индикация включённого освещения на пульте управления, возможность мониторинга и дистанционного управления всей системы из пульта диспетчера. Для решения поставленных задач произведён выбор устройств общесистемного оборудования, управляющих устройств (сенсоров), исполнительных устройств (актуаторов). При монтаже фанкойлы были объединены в климатические зоны по схеме «звезда». Для настройки регулирования микроклимата произведён расчет ПИ-регулятора в кнопочном пульте методом Циглера – Николса. При отладке системы применяется основное инструментальное ПО KNX – пакет ETS3 (EIB Tools Software).

Ключевые слова: технология KNX, управление освещением, управление микроклиматом, фанкойл, ПИ-регулятор, метод Циглера – Николса

DESIGN AND TUNING OF AUTOMATED LIGHTING AND CLIMATE CONTROL SYSTEMS IN AN OFFICE BUILDING USING THE KNX TECHNOLOGY

Shilyaev D.V., Bilalov A.B., Bilous O.A., Khabibrakhmanova F.R.

Federal State Budget Educational Establishment «Perm National Research Polytechnical University», Perm, e-mail: boa@msa.pstu.ac.ru

The problem of the KNX technology application for design and tuning of automated lighting and climate control systems in an office building is considered in the article. The technology mentioned allows to implement centralized control of the lighting and microclimate in the whole building, on any floor, or according to the predefined groups. The features of light dimming; lighting control depending on a man's presence in the area; colour indication of enabled lighting on the control panel; monitoring and remote control of the whole system through an operator control panel, can also be provided. In order to solve the specified tasks the appropriate equipment devices, control devices (sensors), actuating units have been selected. When mounting, fan coils were grouped into several climate zones according to a «star» layout. The microclimate is controlled through a button panel with PI controllers tuned on Ziegler-Nichols method. The system is adjusted with the use of KNX general tool software – ETS3 package (EIB Tools Software).

Keywords: KNX technology, lighting control, microclimate control, fan coils, PI controllers, Ziegler-Nichols method

Высокие требования, предъявляемые в наше время к безопасности, гибкости и комфортности установленного электрооборудования привели к тому, что уже в начале 90-х годов была разработана технология Европейской инсталляционной шины (EIB), которая стала основой сегодняшней системы KNX, единственного мирового стандарта в области интеллектуальной автоматизации зданий и домов. KNX признан в качестве как европейского (CENELEC EN 50090 и CEN EN 13321-1), так и международного (ISO/IEC 14543-3) стандартов [5, 6].

Применение технологии KNX при проектировании и наладке системы управления освещением и микроклиматом в офисном помещении позволяет решить следующие задачи: включение и выключение освещения по группам, диммирование освещения по группам, управление освещением по присутствию человека в проходных зонах, возможность включения и отключения освещения и микроклимата по этажам и во всём здании из одного места, регулирование температуры в помещении, подсветка кнопочного пульта управления освещением и микроклиматом, цветовая индикация включённого освещения на пульте управления, возможность мониторинга и дистанционного управления всей системы из пульта диспетчера.

Проектирование

На рис. 1 изображена обобщенная схема взаимодействия устройств, выбранных для реализации функции управления освещением и микроклиматом. Традиционно в KNX все узлы делят на сенсоры (sensors) и актуаторы (actuators). Сенсоры посылают сообщения (телеграммы), а актуаторы их принимают и соответствующим образом на них реагируют.

Рис. 1. Обобщённая схема взаимодействия устройств в системе управления освещением и микроклиматом

В рассматриваемой автоматизированной системе был использован следующий перечень устройств:

1. Общесистемное оборудование:

● Источник питания с интегрированным дросселем 640 мА «SV/S 30.640.5 MDRC» (служит для питания шинных устройств).

● Линейный фильтр «LK/S 4.1 MDRC» (служит для фильтрации локальных телеграмм, чтобы не засорять всю линию ненужной информацией).

● IP-интерфейс, «IPS/S2.1MDRC» (служит для соединения с шиной для осуществления наладки и передачи данных в систему централизованного диспетчерского управления).

2. Управляющие устройства (сенсоры):

● Кнопочный пульт 3/6-кл/, с терморегулятором, «6320/38-79-500» (служит для управления освещением и микроклиматом по нажатию кнопки).

● Кнопочный пульт 3/6-кл., с ИК-приемником, «6322-260-101» (служит для управления освещением по нажатию кнопки в помещениях, где нет необходимости управлять микроклиматом).

● Датчик присутствия со встроенным коплером, «6131/11-24-500» (служит для управления освещением по присутствию человека в помещении).

3. Исполнительные устройства (актуаторы):

● Актуатор фанкойла с ручным управлением «FCA/S 1.1M» (служит для соединения с системой микроклимата).

● Выход бинарный 12-кан. с измерением тока, «16/20A, SA/S12.16.6.1» (служит для активации нагрузки в 16 А, в нашем случае в качестве нагрузки выступает освещение).

● Светорегулятор универсальный 6x315Вт, «6197/14-500» (служит для осуществления функции диммирования групп освещения) [3].

Технология KNX/EIB использует метод множественного доступа к общей шине с контролем несущей CSMA/CA. При этом максимальное расстояние между узлами одной линии не должно превышать 700 м, максимальное расстояние между узлом сети и блоком питания – 350 м, а общая длина кабеля одной линии – 1000 м [6]. С учётом этих данных было проведено размещение сенсоров по плану здания. Здание состоит из трех этажей, площадь каждого этажа примерно равна 300 м^2.

Все актуаторы и вспомогательные устройства располагаются в электрических щитах, там же производится их подключение к нагрузке. На рис. 2 изображен фрагмент одного из щитов с исполнительными устройствами.

Для поддержания необходимого уровня микроклимата в помещении используется система фанкойлов марки GCX-V-03 (GeneralClimate). Фанкойл – это устройство, которое устанавливается в помещениях различных назначений. Его основной функцией является регулирование температуры воздуха. Они состоят из теплообменника с вентилятором, фильтра, пульта управления. В каждом помещении здания находится по шесть фанкойлов. Для создания единой климатической зоны, охватывающей отдельное помещение, встроенные пульты управления были изъяты, а фанкойлы были объединены в группу по схеме «звезда» и подключены к актуатору. Схемы подключения

изображены на рис. 3. Таким образом, была получена возможность управлять группой фанкойлов, находящихся в одном помещении, централизованно, по одному сигналу.

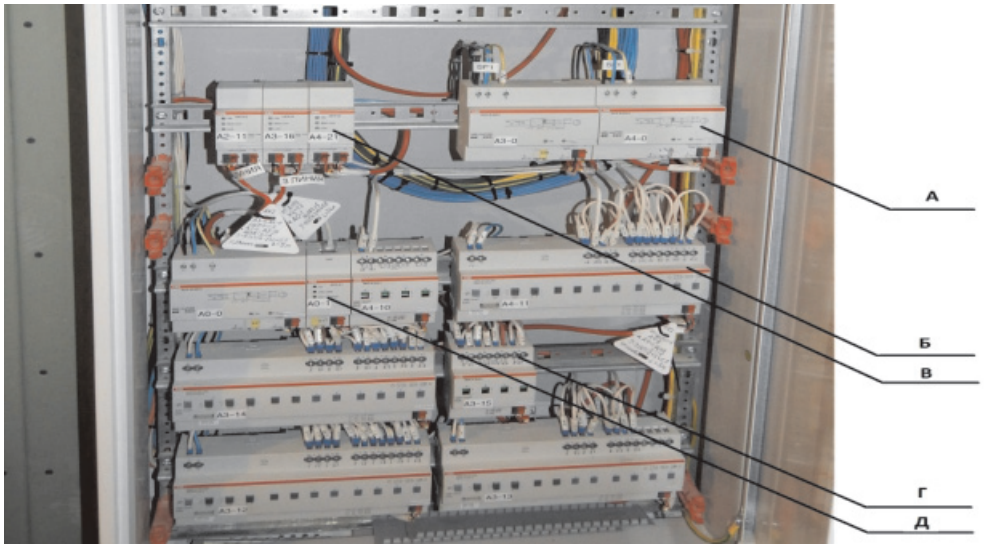
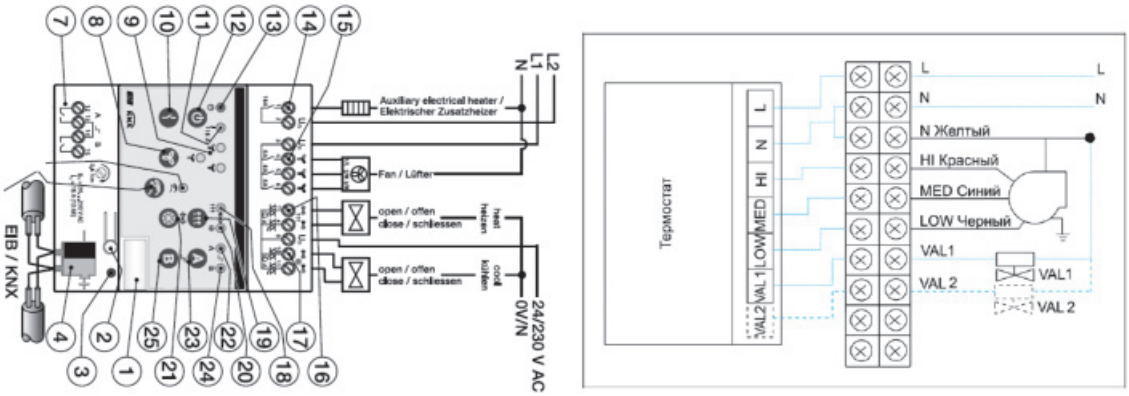


Рис. 2. Фрагмент щита с исполнительными устройствами системы: А – блок питания; Б – светорегулятор; В – линейный фильтр; Г – релейный активатор; Д – IP-интерфейс



а б

Рис. 3. Схемы подключения актуатора (а), фанкойла со стандартным терморегулятором (б)

Отладка

После окончания монтажа производится отладка системы. Основным инструментальным ПО KNX является пакет ETS3 (EIB Tools Software). Интерфейс ETS3 с внесённым в него рабочим проектом автоматизированной системы управления освещением и микроклиматом изображён на рис. 4.

Интерфейс разделён на несколько зон. В зоне А расположены виртуальные «двойники» всех используемых в системе устройств, каждое устройство имеет свой уникальный адрес в системе и настройки, которые задаются для осуществления конкретной задачи. В зоне Б расположены все входные и выходные переменные выбранного устройства. Связь всех устройств в системе осуществляется в зоне В. В этой зоне создаются групповые адреса, в которых указывается, какие переменные устройств будут связаны для обмена информацией. Перечень связанных переменных в выбранном групповом адресе указан в зоне Г.

Для настройки включения и диммирования освещения в каждом отдельном помещении настраиваются параметры кнопочного пульта управления (сенсор) в зоне А (рис. 4). При этом настраиваются кнопки в режим «переключатель» и активируется выходная переменная диммирования для каждой кнопки. Устанавливается, что нажатие левой кнопки (№ 1, 3, 5, рис. 5) бу-

дет гасить свет, а нажатие правой – (№ 2, 4, 6, рис. 5) будет включать, удержание левой кнопки будет постепенно приглушать свет, а правой – прибавлять; настраиваются минимальный уровень диммирования (1 %); шаг диммирования (5 %). Настраивается переменная LED-индикатора – если она получает значение 1, то LED-индикатор становится красным, а после этого активируется подсветка пульта и настраиваются переменные «в работе» и «ошибка» для системы диспетчеризации, время цикла (60 секунд), через которое пульт будет отправлять в сеть телеграмму о своём состоянии. Далее настраиваются параметры светорегулятора и релейного активатора, которые относятся к данному помещению. Для этого активируются переменные «статус переключения», «статус диммирования», «в работе», «ошибка» для системы диспетчеризации; настраивается время цикла (60 секунд), через которое устройства будут отправлять телеграмму о своём состоянии в сеть. Затем связываются переменные кнопочного пульта управления и переменные актуаторов в зоне В (рис. 4). И, наконец, измененная конфигурация устройств закачивается из ETS3 в используемые устройства.

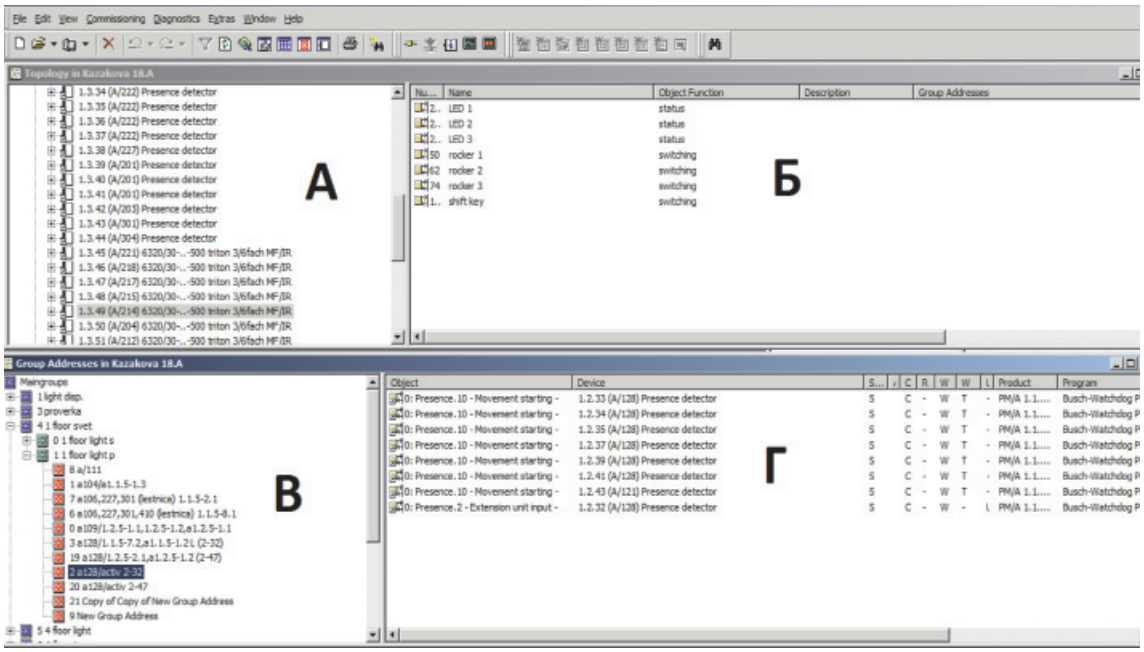


Рис. 4. Интерфейс программ ETS 3

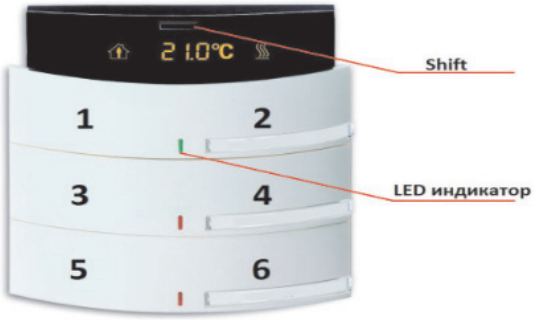


Рис. 5. Внешний вид пульта управления освещением и микроклиматом

Для настройки управления освещением по присутствию в проходной зоне необходимо объединить несколько датчиков присутствия в одну группу для совместной работы. Для этого в зоне А (рис. 4) настраивается в выбранном помещении один датчик как главный, а остальные как вспомогательные. У главного датчика присутствия настраивается «счетчик» (15 секунд) – время, по окончании которого он будет посылать команду для отключения света; активируются: переменная для сброса «счетчика»; переменная «включение света по присутствию»; переменные «в работе» и «авария» для системы диспетчеризации. Вспомогательные датчики переключаются на циклический режим работы, задаётся время цикла (10 секунд) и формируется запрет посылать переменные для выключения освещения; активируются переменные «в работе» и «авария» для системы диспетчеризации. Далее настраиваются параметры релейных актуаторов. Затем связываются переменные главного датчика, вспомогательных датчиков и актуаторов в один групповой адрес

в зоне В (рис. 4) и заливаются настройки в устройства.

Для настройки регулирования температуры в помещении сначала вычисляются коэффициенты ПИ-регулятора по методу Циглер –Николса [1, 2]. Затем настраивается кнопочный пульт с терморегулятором. Для этого вносятся полученные коэффициенты ПИ-регулятора, настраивается переключение между режимом управления освещением и микроклиматом на кнопку «Shift», настраиваются кнопки № 1 и 2 (рис. 5) для задания значения уставки температуры, шаг задания температуры в 0,1°С; кнопки № 3 и 4 (рис. 5) для смены режимов – «ручной режим» и «авторежим», кнопки № 5 и 6 для изменения скорости вентилятора в ручном режиме. Далее связываются переменные пульта с актуатором фанкойла в зоне В (рис. 4), и записываются настройки в устройства.

Переменные, необходимые для передачи в систему диспетчерского управления (активация релейного выхода, значение тока на релейном выходе, авария устройства, задание уставки температуры, уровень диммирования) заносятся в отдельную группу групповых адресов. Затем эти данные будут направлены в SCADA-систему.

Заключение

После этого отлаженная система управления освещением и микроклиматом с возможностью диспетчеризации и централизованного дистанционного управления готова к применению.

Список литературы

1. Даденков Д.А., Петроченков А.Б. Опыт создания лабораторно-тренажерного комплекса для подготовки специалистов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование, инноватика. – 2009. – № 5(87). – С. 251–255.

2. Даденков Д.А., Шиляев Д.В. Сравнительный анализ методов синтеза систем регулирования скорости микроприводов постоянного тока // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 74–82.

3. Интеллектуальные инсталляционные системы. Обзор ассортимента продукции ABB i-bus® KNX. – 2011. –67 с.

4. Мельникова Л.В., Бушер В.В., Шестака А.И. Технические возможности современных систем автоматизации зданий // Электромеханические и энергосберегающие системы. – 2012. – № 3. – С. 617–619.

5. Науменко Н. Открытые технологии децентрализованной автоматизации // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2007. – № 7. – С. 26–30.

6. Руководство по системной технике для автоматизации зданий и домов. Центральный Союз немецких электротехников и IT-технологов (ZVEH) FrankfurtamMain. – 2006. – С. 26–30.

References

1. Dadenkov D.A., Petrochenkov A.B. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Nauka i obrazovanie, innovatika, 2009, no. 5(87), pp. 251–255.

2. Dadenkov D.A., Shilyaev D.V. Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatelskogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotekhnika, informatsionnye tekhnologii, sistemy upravleniya, 2013, no. 7, pp. 74–82.

3. ABB i-bus® KNX. Obzor assortimenta produktsii, 2011. 67 p.

4. Melnikova L.V., Busher V.V., Shestaka A.I. Elektromekhanicheskie i energosberegayushchie sistemy, 2012, no. 3, pp. 617–619.

5. Naumenko N. Elektronika: Nauka, Tekhnologiya, Biznes, 2007, no. 7, pp. 26–30.

6. Tsentralnyy Soyuz nemetskikh elektrotekhnikov i IT-tekhnologov (ZVEH), FrankfurtamMain, 2006, pp. 26–30.

Рецензенты:

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.