

РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ КВАРТИРЫ

И.М. Козлов

Кафедра Архитектурного проектирования зданий и сооружений, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Новосибирск, Россия

Аннотация

Разработка типового проекта автоматического управления освещением в квартире позволит использовать его в информационном моделировании многоэтажного жилого интеллектуального здания.

Целью выполненной работы была оценка степени реализуемости недорогой автоматической системы управления освещением в жилой квартире, которая может быть положена в основу разработки типового проекта, и определение требований к архитектурным решениям планировки квартир, предъявляемых системой автоматического управления освещением.

Описан состав, принцип действия и алгоритм системы управления освещением в квартире. Особенностью системы является совместное применение в качестве датчиков движения объемных охранных извещателей и спаренных оптических бесконтактных выключателей. Апробация системы проводилась с применением промышленного программируемого логического контроллера. Предложена концепция построения домашних систем автоматизации с «централизованно-децентрализованной» топологией на базе специализированных комнатных контроллеров.

Ключевые слова: домашняя автоматизация, управление освещением

RESULTS OF AN EXPERIMENTAL TESTING OF THE ALGORITHM OF APARTMENT LIGHT CONTROL

I. Kozlov

Chair of Architecture and Building Design, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia

Abstract

Working out of a standard project of light control automatic in apartment will allow to use it in information modeling of a multi-storied apartment intellectual building.

The purpose of the performed work was to estimate degree of a realizability of an inexpensive automatic light control system in inhabited apartment which can be used in a principle standard project design, and define requirements to architectural decisions of the apartments, delivered by automatic light control system.

The structure, principle of action and algorithm of a light control system in apartment is described. Feature of system is joint application of security sensors of movement and the coupled optical contactless switches. System testing was carried out with applying of the industrial programmed logic controller. The concept of construction of home automation systems with "the centralized-decentralized" topology on the basis of specialized room controllers is offered.

Keywords: home automation, light control

Использование технологии информационного моделирования при проектировании зданий (англ. *Building Information Modeling, BIM*) [1,2] предполагает создание компьютерной модели здания с целью ее использования для прочностных, теплотехнических, энергетических и других расчетов, составления смет и проектной документации, создания систем диспетчеризации и управления инженерным обеспечением (*SCADA*, англ. *Supervisory Control And Data Acquisition* — диспетчерское управление и сбор данных, или *DCS*, англ. *Distributed Control System* — распределённая система управления) в процессе эксплуатации здания (*Facility Management*). Очевидно, что чем полнее будет исходная модель, тем точнее будут расчеты, меньше неопределенности будет в проектной документации, полнее будут сметы. Как следствие, производители программного обеспечения для архитектурно-строительного проектирования активно включают в линейки своих продуктов программы по моделированию и расчету инженерного обеспечения.

Развитие техники приводит к появлению нового оборудования для автоматизации зданий, а развитие средств проектирования — к появлению возможности закладывать это оборудование при проектировании и выполнять анализ функционирования здания с применением этого оборудования. Интересно, что понятие «Информационной модели здания» было впервые предложено профессором Технологического института Джорджии Чаком Истманом (Chuck Eastman) в 1975 году в журнале Американского Института Архитекторов (AIA) под рабочим названием «*Building Description System*» (Система описания здания) [2], а определение «Интеллектуальное здание – это здание, в котором инновации объединяются с успешным управлением для максимизации возвращаемых инвестиций» [3], сформулировано Вашингтонским институтом интеллектуального здания в том же 1975 году. С тех пор и то и другое получило большое развитие и продолжает развиваться.

Для сектора общественных зданий автоматизация закладывалась в проект всегда, а вот для жилого сектора это продукт, скорее, эксклюзивный. Сейчас уже не нужно доказывать, что домашняя автоматизация, а точнее автоматика управления инженерными системами жизнеобеспечения жилых зданий и помещений, является не роскошью, а насущной необходимостью. Оборудование для автоматизации на рынке представлено очень широко [4]. То, что эффективность системы автоматизации максимальна, если эта система закладывается в проект, является фактом очевидным [5]. Многие организации, занимающиеся проектированием систем домашней автоматизации, поставкой оборудования, монтажом и наладкой не один год, уже выработали для себя типовые проекты [6,7]. Однако, закладывать при проектировании «умный дом» в каждую квартиру многоэтажного «социального» жилья никто пока не собирается. Причины давно лежат на поверхности. Прежде всего, это дефицит жилья, сводящий на нет все разговоры о комфорте, повышении ценности оборудованных квартир, удобстве эксплуатации, энергосбережении, полное отсутствие заинтересованности у застройщика. Далее, стоимость «умного дома» для квартиры порой соизмерима со стоимостью самой квартиры [8]. Наконец, считается, что невозможно предусмотреть всего заранее, пока у квартиры не будет хозяина, не будет дизайн-проекта. Нет на рынке сегодня такого сочетания оборудования и алгоритма управления автоматикой, чтобы было дешево, универсально и устойчиво.

К инженерным системам жизнеобеспечения относятся: водоснабжение, канализация, отопление, вентиляция, кондиционирование, электроосвещение, информационное обеспечение (домофон, телефон, телевидение, интернет, мультимедиа, охранно-пожарная сигнализация). Как это ни парадоксально, но наиболее сложным для автоматизации в квартире является управление освещением.

В статье описаны результаты разработки и экспериментальной апробации алгоритма автоматического управления освещением квартиры, реализованного на базе промышленного программируемого контроллера.

Цель работы

Оценить степень реализуемости недорогой автоматической системы управления освещением в жилой квартире, которая может быть положена в основу разработки типового проекта. Определить требования к архитектурным решениям планировки квартир, предъявляемые системой автоматического управления освещением.

Постановка задачи

В качестве объекта автоматизации использовалась трехкомнатная квартира с различным числом источников света в помещениях (от одного до восьми). Число точек управления (мест установки кнопочных выключателей) — от одной до трех. Управление естественным освещением осуществляется при помощи моторизованных карнизов. Система должна автоматически включать свет в тех помещениях, где есть люди, если естественного освещения недостаточно. Все нестандартные ситуации отрабатываются ручным управлением.

Система управления

Под понятием «система управления» подразумевается набор оборудования, топология связей и протокол обмена данными между компонентами системы. Анализ предлагаемых на рынке готовых систем управления показал, что относительно недорогие системы не обладают достаточной степенью гибкости, чтобы реализовать задуманный алгоритм, а более универсальные системы слишком дороги для типового применения. Поэтому решено было использовать промышленный ПЛК (программируемый логический контроллер, *PLC – Programmable logic controller*), программируемый на языке Си и имеющий достаточное число входов-выходов (Рис.1). Для коммутации нагрузки был изготовлен релейный блок, управляемый от цифровых выходов контроллера.



Рис. 1. ПЛК ADAM-5510E

Для ручного управления контроллером были выбраны электроустановочные изделия (монтажные коробки, суппорты, кнопки и накладки) итальянской фирмы BTicino за оптимальное сочетание функциональности, габаритных размеров, эргономики и дизайна (Рис. 2). Для соединения кнопок с контроллером был проложен кабель экранированная витая пара.



Рис. 2. Блок кнопок BTicino

Искусственное освещение должно включаться при недостаточности естественного освещения. Для этого необходимо использовать датчик уровня освещенности. Чтобы искусственное освещение не влияло на показания датчика, он должен выноситься за пределы помещения и устанавливаться так, чтобы на него не влияло и наружное освещение. Поскольку в квартире есть несколько зон с разным уровнем естественного освещения, было разработано и изготовлено (Воронько И.В, Пургин Д.В.) специализированное устройство на микроконтроллере. Датчик освещенности (Рис. 3) имеет один светочувствительный элемент и три выходных канала. Порог срабатывания для каждого канала устанавливается по текущему уровню освещенности нажатием соответствующей кнопки. В программу микроконтроллера заложен небольшой гистерезис для некоторой устойчивости при работе в пограничной освещенности, окончательные задержки включения-отключения освещения задаются в центральном контроллере.



Рис. 3. Трехканальный датчик освещенности

Кроме этого, к контроллеру подключаются датчики, регистрирующие наличие людей в помещении.

Питание оборудования управления освещением осуществляется от источника бесперебойного питания напряжением 12В. Максимальная мощность потребления 48Вт. Для уменьшения потребления предусмотрена возможность перевода системы в дежурный

режим (днем, при отсутствии людей в квартире). В этом режиме отключается часть оборудования, и потребление составляет 4,8Вт.

Датчики

Для регистрации наличия людей в помещении обычно используются датчики присутствия. В отличие от инфракрасных датчиков движения они имеют другую диаграмму направленности, с большим количеством лучей, и являются более чувствительными. Такие датчики хорошо использовать в офисных помещениях. Для жилых помещений, где человек может длительное время находиться практически без движения, но с включенным светом, датчик должен иметь высокую чувствительность, однако с повышением чувствительности возрастает и число ложных срабатываний при наличии животных и изменениях температурного фона. Кроме инфракрасных датчиков движения и присутствия может применяться система видеонаблюдения с распознаванием образов или идентификация по RFID-значку, как в доме Билла Гейтса [9]. Но их применение не рассматривалось ввиду высокой стоимости.

Альтернативой обнаружению присутствия может быть организация регистрации входа-выхода и подсчет количества вошедших и вышедших людей. Для этой цели были применены инфракрасные оптические датчики с приемом луча, возвращенного от отражателя (Рис. 4). Датчики имеют цилиндрическую форму диаметром 18мм, что позволило встроить их в высверленные отверстия, как в стене, так и в дверной коробке (Рис. 5а). На противоположной стороне проема были закреплены светоотражатели (Рис. 6). Для отслеживания направления движения датчики устанавливаются парами (Рис.5б). Высота установки около 85см, что исключает срабатывание при перемещении домашних животных.

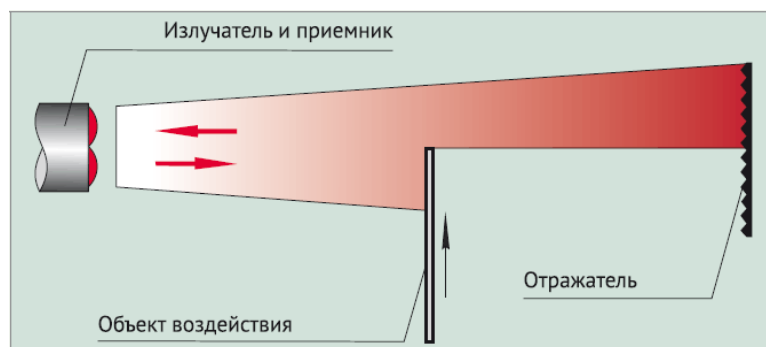


Рис. 4. Оптические датчики с приемом луча, возвращенного от отражателя

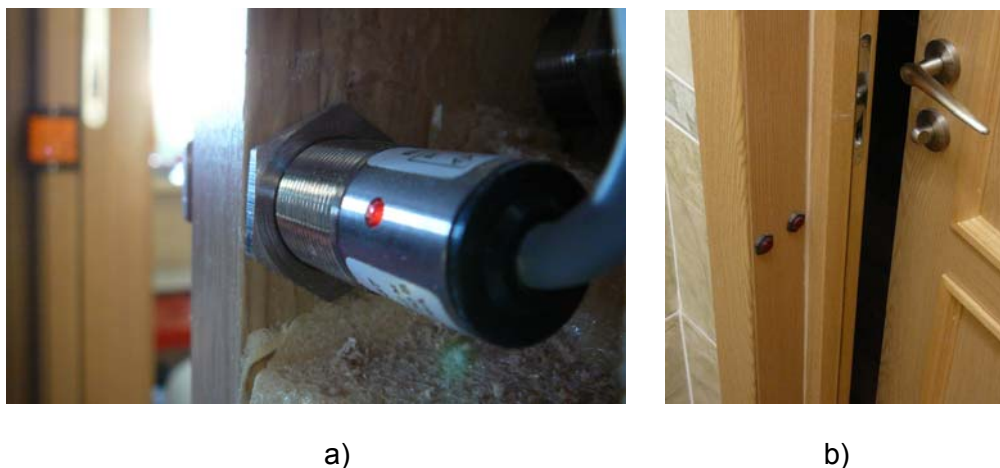


Рис. 5(а,б): а) Датчик ВБО-М18-76У-7123-С в дверном косяке; б) внешний вид дверного косяка с датчиками



Рис. 6. Внешний вид дверного косяка со световозвращателем ПВ-СВ-050

Однако, как показала практика, одного подсчета людей недостаточно из-за низкой помехоустойчивости. Чтобы устранить отрицательное влияние данного фактора, было решено использовать комбинированную схему, сочетающую как «проходные» датчики, так и «объемные» инфракрасные датчики движения, в качестве которых были применены оптоэлектронные инфракрасные охранные извещатели (Рис. 7).

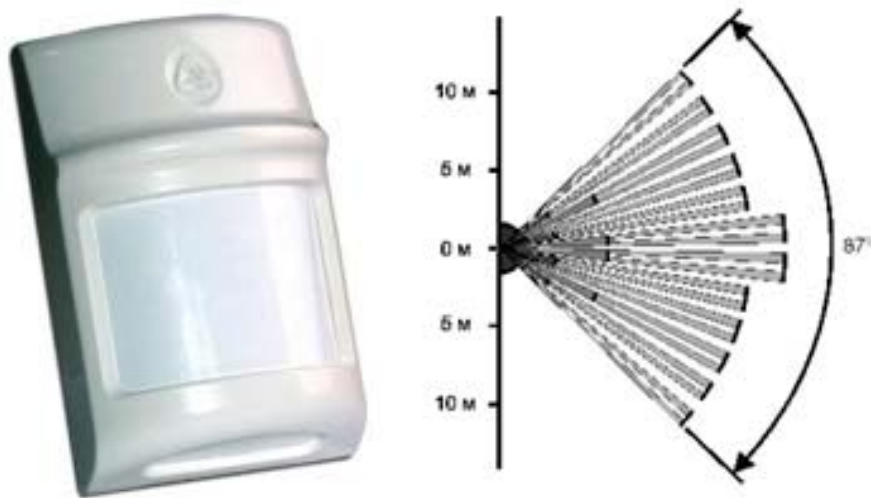


Рис. 7. Извещатель РАПИД-4 и его диаграмма направленности

Алгоритм автоматического управления освещением

Принцип действия алгоритма при комбинированной схеме регистрации присутствия заключается в установлении задержек отключения света разной длительности в зависимости от события и от состояния системы, при котором это событие произошло. При такой схеме ошибки в подсчете количества вошедших человек перестают быть критичными, поскольку освещение отключается после того, как объемный датчик перестает регистрировать движение. Но это приводит к двум другим проблемным ситуациям: ложное срабатывание при движении животных и других возможных помехах (включение в отсутствие людей), и отключение в присутствии людей из-за недостаточно высокой чувствительности датчика. Любая попытка аппаратно решить одну проблему вызывает усиление другой, поэтому решение здесь может быть только алгоритмическое.

Не особенно углубляясь в детали, последовательность действий, заложенных в разработанном алгоритме, можно описать следующим образом:

1. Если вход в помещение зарегистрирован «проходным» датчиком и подтвержден объемным, свет включается и не отключится, пока движения в помещении не будет регистрироваться в течение 30 минут.
2. Если «проходным» датчиком зарегистрирован выход из помещения, и счетчик показывает отсутствие людей в помещении, задержка отключения устанавливается на 20 секунд. Если в течение этого времени в помещении не зарегистрировано движения и никто в помещение не вернулся, освещение отключается.
3. Если «проходным» датчиком зарегистрирован выход из помещения, а счетчик показывает присутствие людей, задержка отключения устанавливается на 40 секунд.
4. Если освещение было выключено и объемный датчик регистрирует движение (человек проснулся или кошка пробежала), свет включается на 30 секунд.
5. Если по истечении 30 минут по п.1, 40 секунд по п.3 или 30 секунд по п.4 движение в помещении не было зарегистрировано, подается сигнал предупреждения отключения (меняется сцена освещения, например, отключается один из светильников). Если в течение следующих 10 секунд реакции не было, освещение выключается.

Стандартный, ночной и ручной режимы

Любое автоматическое управление осуществляется в рамках типовых ситуаций, внешние признаки которых доступны для измерения. Во всех нестандартных ситуациях применяется ручное управление. Режим ручного управления предусмотрен отдельно для каждого помещения. Перевод в ручной режим и обратно осуществляется кнопкой с красной подсветкой. Поскольку в ручном режиме освещение автоматически не отключается, что может вызвать по нечаянности перерасход электроэнергии, для отображения перевода в ручной режим предусмотрена специальная индикация.

Ночной режим предназначен для того, чтобы освещение не включалось при движении человека во сне. В этом режиме включается только альтернативное освещение (подсветка) и только когда человек входит в комнату. Отключение происходит, когда движение не регистрируется более 40 секунд. Ночной режим в комнатах устанавливается вручную. В коридоре ночной режим устанавливается, когда этот режим включен во всех комнатах, где есть люди.

Ночной и ручной режимы сбрасываются по утрам. Режим «ночь» сбрасывается автоматически при появлении естественного освещения после 3:00, если не установлен ручной режим. В свою очередь, ручной режим сбрасывается в 6:00. Таким образом, если включить ночной режим вечером засветло, он не отключится до утра, а если случайно оставить включенным свет в ручном режиме, он не будет гореть бесконечно. (Рис. 8)

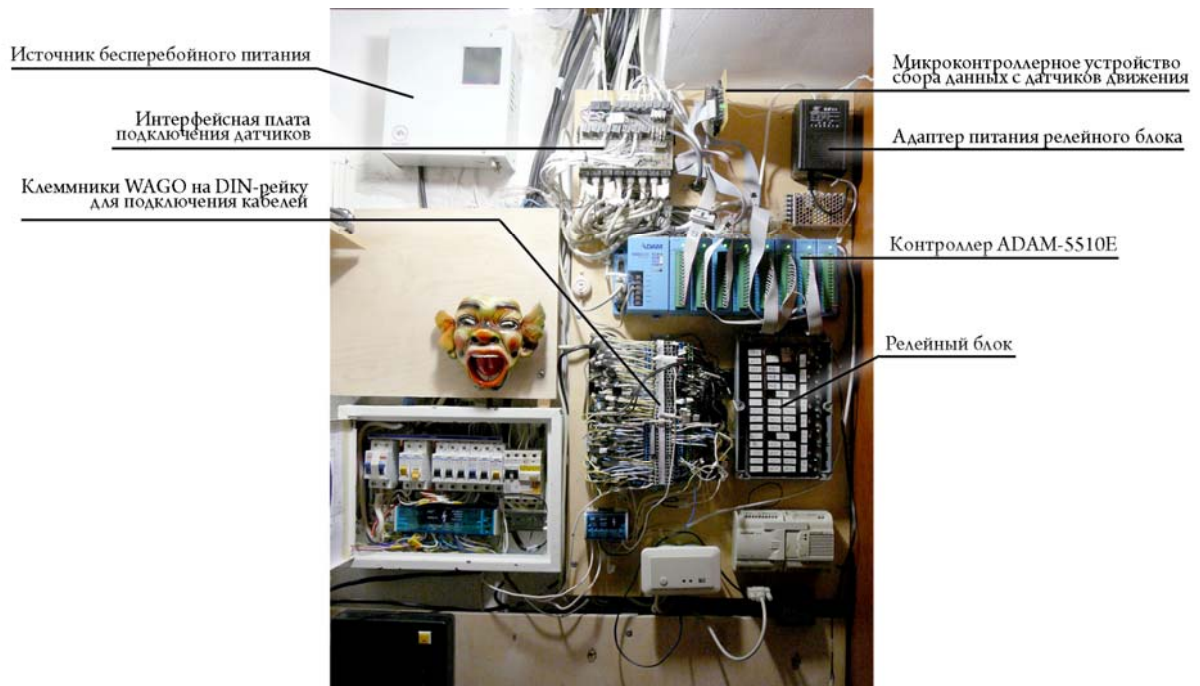


Рис. 8. Система управления светом в сборе

Результаты апробации

Система управления освещением (Рис. 8) прошла натурную апробацию в течение довольно длительного времени. В процессе апробации дорабатывалась интерфейсная часть, выявлялись и устранялись ошибки в программе контроллера. (Рис. 9)



Рис. 9. В процессе эксплуатации

Поскольку разработанная система управления освещением получилась сравнительно недорогой, достаточно устойчивой, удобной и ненавязчивой, принцип, лежащий в ее основе,

и алгоритм могли бы быть положены в основу «типовой» системы, такой, которую можно было бы закладывать в проект электроосвещения квартир многоэтажных жилых домов.

Разработка специализированного оборудования под «типовой» алгоритм позволит сделать систему более технологичной. Для этого топология системы должна быть не централизованной, как в рассмотренном случае, и не децентрализованной (в первом случае усложняется проводка, во втором — оборудование). Для применения в квартирах топология должна быть «централизованно-децентрализованной». В самом деле, набор выполняемых функций, количество и типы датчиков, количество объектов управления в каждой комнате примерно одинаково.

Достаточно одного специализированного комнатного контроллера с типовой программой управления и некоторыми вариациями настроек. Такой контроллер должен взять на себя автоматическое управление не только освещением, но и климат-контроль (отопление, приточно-вытяжную вентиляцию, кондиционирование) в комнате.

Объединив комнатные контроллеры информационной шиной, получим систему управления инженерными системами жизнеобеспечения в квартире. Тем более что тенденция такого развития домашней автоматизации уже намечена: компания *Siemens* представила комнатные термостаты и контроллеры для индивидуального комнатного регулирования с функцией управления сценариями освещения [10].

Требования к планировкам квартир сводятся к учету размещения датчиков на входе в помещения (они не должны перекрываться дверью и иметь достаточный разнос для устойчивости обнаружения) и наличие места для размещения комнатного контроллера, удобного как для обслуживания, так и для подводки коммуникаций.

Возвращаясь к информационному моделированию

Домашняя автоматизация предназначена для энергосбережения и увеличения комфорта жилья. Существенного энергосбережения можно добиться только при массовом внедрении автоматизации. Дорогие системы не могут быть массовыми.

Разработка типовых недорогих решений домашней автоматизации позволит закладывать их в проект, а значит исключить дополнительные затраты при отделке на замену традиционной проводки, учесть расстановку оборудования при планировке квартир чтобы повысить эффективность работы оборудования, добавить это оборудование в информационную модель здания, что позволит получать более точные результаты анализа модели на конструктивную реализуемость, экологичность и энергопотребление. Все вместе это приводит к снижению стоимости строительства и эксплуатации зданий.

Conclusions

The developed light control system has rather low cost, is stable and comfortable. The algorithm lying in its basis can be used in an apartments light control systems in multi-storied apartment houses.

The system can be made more cheaply and more technologically. For this purpose the system topology should be "centralized-decentralized". One specialized room controller can operate not only illumination, but also a climate in a room. Having united room controllers by means of the information bus, we will receive a control system of life-support engineering systems in apartment.

Литература

1. Информационное моделирование зданий. Url: <http://plmpedia.ru/wiki/> Информационное моделирование зданий
2. Талапов В.В. BIM: что под этим обычно понимают. Url: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078
3. Королев Ю.Ю. Интеллектуальное здание в строках и между строк // Летопись интеллектуального зодчества. — 2008 — №3
4. Статистика восьмой международной выставки HI-TECH BUILDING 2009. Url: <http://www.hitechbuilding.ru/hthb/about/stat2009.php>
5. Королев Ю.Ю. Умный дом для среднего класса // Летопись интеллектуального зодчества. — 2006 — №4
6. AnyHouse — «Любой дом». Уникальная система проектирования «устойчивых» зданий и территорий. Url: <http://www.icsgroup.ru/ioffers/anyhouse/index.php>
7. Умный дом в любой квартире. Url: <http://alpha-se.ru/smarth.php?page1=3&page2=101>
8. http://www.luxsound.ru/smart_home.php
9. <http://www.hi-techhome.ru/dorogoyumniydom.php>
10. Кубицкий Е. Комнатные термостаты RDF/RDU с коммуникацией по протоколу KNX // Автоматизация зданий. — 2010. — №7-8.

References (Transliterated)

1. Informacionnoe modelirovanie zdaniy. Url: <http://plmpedia.ru/wiki/> Informacionnoe modelirovanie zdaniy
2. Talapov V.V. BIM: chto pod jetim obychno ponimajut. Url: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078
3. Korolev Ju.Ju. Intel'ktual'noe zdanie v strokax i mezhdz strok // Letopis' intel'ktual'nogo zodchestva. — 2008 — № 3
4. Statistika vos'moj mezhdunarodnoj vystavki HI-TECH BUILDING 2009. Url: <http://www.hitechbuilding.ru/hthb/about/stat2009.php>
5. Korolev Ju.Ju. Umnyj dom dlja srednego klassa // Letopis' intel'ktual'nogo zodchestva. — 2006 — № 4
6. AnyHouse — «Ljuboj dom». Unikal'naja sistema proektirovanija «ustojchivyh» zdaniy i territorij. Url: <http://www.icsgroup.ru/ioffers/anyhouse/index.php>
7. Umnyj dom v ljuvoj kvartire. Url: <http://alpha-se.ru/smarth.php?page1=3&page2=101>
8. http://www.luxsound.ru/smart_home.php
9. <http://www.hi-techhome.ru/dorogoyumniydom.php>
10. Kubickij E. Komnatnye termostaty RDF/RDU s kommunikaciej po protokolu KNX // Avtomatizacija zdaniy. — 2010. — № 7-8.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ**И.М. Козлов**

Аспирант, кафедра Архитектурного проектирования зданий и сооружений, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Новосибирск, Россия
e-mail: igorkozlov@newmail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR**I. Kozlov**

Post-graduate student, chair of Architecture and Building Design, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia
e-mail: igorkozlov@newmail.ru