

Техническое задание на создание системы
«УМНЫЙ ДОМ»

Андриенко Евгений

1 декабря 2010 года

Оглавление

| | | |
|-------|---|----|
| 0.1 | Общие сведения | 1 |
| 0.2 | Назначение и цели создания системы | 1 |
| 0.2.1 | Назначение системы | 1 |
| 0.2.2 | Цели создания системы | 2 |
| 0.3 | Характеристика объекта автоматизации | 2 |
| 0.4 | Требования к системе | 2 |
| 0.4.1 | Требования к системе в целом | 2 |
| 0.4.2 | Требования к функциям (задачам), выполняемым системой | 10 |
| 0.4.3 | Требования к видам обеспечения | 11 |
| 0.5 | Состав и содержание работ по созданию системы | 12 |
| 0.6 | Порядок контроля и приемки системы | 13 |
| 0.7 | Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие | 13 |
| 0.8 | Требования к документированию | 13 |
| 0.9 | Источники разработки | 13 |

0.1 Общие сведения

Наименование системы – система домашней автоматизации (далее по тексту – Система).

Плановый срок окончания работы по созданию системы – май 2011 года. Отсюда, время, отведенное на работу – год (12 месяцев).

Желаемая стоимость работ по созданию и наладке системы – не более 20 тысяч рублей.

Результат работы по созданию системы будет оформлен в виде бакалаврского диплома и представлен на защиту комиссии в конце учебного года.

0.2 Назначение и цели создания системы

0.2.1 Назначение системы

Система предназначена для автоматизации рутинных бытовых задач, выполняемых в данный момент человеком. Объект, который будет подвергнут автоматизации – комната в коммунальной квартире и прилегающие к ней места общего пользования.

Система предназначена для решения перечисленных ниже задач:

1. задачи управления бытовыми электроприборами по расписанию
2. задачи управления бытовыми электроприборами по запросу от пользователя
3. задачи климатического контроля на объекте автоматизации
4. задачи обеспечения связи с внешним миром на объекте автоматизации
5. задачи энергосбережения на объекте автоматизации
6. задачи контроля доступа на объект автоматизации

0.2.2 Цели создания системы

Целями создания системы являются:

1. уменьшение количества рутинных бытовых операций, производимых человеком
2. увеличение безопасности объекта автоматизации
3. уменьшение расхода электроэнергии на объекте автоматизации
4. улучшение качества жизни человека на объекте автоматизации
5. увеличение скорости обмена информацией между компьютерными системами на объекте автоматизации и человеком

0.3 Характеристика объекта автоматизации

Общая площадь объекта автоматизации $\approx 36 \text{ м}^2$. Температура – от 15 до 30 градусов Цельсия. Уровни загрязненности, влажности, освещенности, шума и ионизирующих излучений соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям к жилым зданиям и помещениям (СанПиН 2.1.2.1002-00).

На объекте присутствует электромагнитное излучение, индуцируемое бытовыми приборами, а также средствами электронно-вычислительной техники (Bluetooth и Wi-Fi).

0.4 Требования к системе

0.4.1 Требования к системе в целом

Требования к структуре и функционированию системы

Система «умный дом» должна быть централизованной – должен иметься главный управляющий компьютер, он же консоль оператора, и набор различных датчиков и управляющих устройств, подключенных к этому главному модулю. Также допускается наличие вспомогательного управляющего компьютера, который будет включаться в работу когда главный компьютер неработоспособен вследствие неисправности или обновления ПО. Вспомогательный компьютер должен обеспечивать возможность управления всеми периферийными устройствами по одному, заранее заданному алгоритму, доступ человека к функциям управления системой не требуется и будет невозможен до ввода в строй основного компьютера.

Также допускается (но не требуется) управление системой извне – через WEB-интерфейс, который будет обеспечивать опять же главный управляющий компьютер.

Система «умный дом» должна иметь следующие подсистемы:

1. подсистема управления электрооборудованием
2. подсистема управления системами связи с внешним миром
3. подсистема осуществления интерактивного взаимодействия с пользователем
4. подсистема контроля за наличием людей на объекте автоматизации
5. подсистема контроля за различными параметрами окружающей среды (температура, освещенность)

Подсистема управления электрооборудованием предназначена для управления бытовыми лампами накаливания на 220В, исполнительными механизмами системы «умный дом» и, возможно, электророзетками. Поскольку работа подсистемы будет осуществляться в условиях, опасных для жизни человека – большие напряжения и токи, необходимо обеспечить разделение высоковольтной исполнительной составляющей и низковольтных управляющих элементов. Для этого необходимо применять полупроводниковые силовые ключи, реле и гальваническую развязку.

Подсистема управления системами связи с внешним миром предназначена для работы с системами связи пользователя с внешним миром. Поскольку, на выбранном объекте автоматизации, такими системами являются системы интернет-общения: Skype, Jabber, ICQ и E-mail, то работа данной подсистемы заключается в установлении подходящего статуса пользователя в этих системах (зависит от предпочтений пользователя, а также от времени суток), оповещении пользователя о непрочитанных сообщениях или пропущенных сеансах связи в этих системах, а также оповещении удаленных и доверенных собеседников об отсутствии пользователя дома/на рабочем месте. Также, в задачи этой подсистемы входит задача оповещения пользователя об изменениях на используемых им онлайн-сервисах – на данном объекте автоматизации этими сервисами являются службы Google – Google Reader, Google Calendar и список ToDo. Соответственно, пользователь должен оповещаться обо всех наступающих событиях в Google Calendar, наличии изменений в лентах Google Reader и должен иметь удобный доступ к списку ToDo.

Подсистема осуществления интерактивного взаимодействия с пользователем должна использовать звуковые системы оповещения пользователя о различных событиях, требующих его внимания. Также допустимо использование графического интерфейса пользователя на дисплее, подключенном к главному компьютеру. Допускается использования сенсорного дисплея, в таком случае графический интерфейс должен быть оптимизирован под сенсорные экраны. Возможно использование носимой беспроводной гарнитуры, в качестве дополнительной системы звукового оповещения, когда невозможна или нежелательна работа основной (например после 23.00). Также допускается использование, в качестве дополнительных интерфейсов взаимодействия с пользователем, системы распознавания речи и системы синтеза речи, систему оповещения пользователя средствами мобильной связи. В случае использования системы синтеза речи, синтезируемый голос должен быть женским. В случае оповещения пользователя средствами мобильной связи рекомендуемый GSM-модуль – SIM-300.

Подсистема контроля за наличием людей на объекте автоматизации

должна обеспечивать выявление наличия людей на контролируемой территории. Учет может вестись как при помощи электронного ключа или RFID-метки (добровольный учет), так и при помощи датчиков движения или невидимой сетки из ИК или иных лучей на входе на контролируемую территорию (принудительный учет). Также, подсистема должна иметь возможность ограничивать доступ людей на контролируемую территорию – достигается это путем использования замков с электронным управлением. В случае добровольного учета людей на подконтрольной территории, необходимо предусмотреть возможность автоматического открытия/закрытия дверей при предъявлении считывающему устройству электронного ключа или RFID-метки. Необходимо предусмотреть возможность механического отпираания замков при помощи ключа, в случае отказа электронной системы управления замками. Также необходимо предусмотреть автоматическое запираение замков в случае отказа системы управления замками.

Подсистема контроля за различными параметрами окружающей среды должна контролировать температуру внутри и вне объекта автоматизации, состояние мест общего пользования (занято/свободно), а также давление вне объекта автоматизации, уровень освещенности внутри и вне объекта автоматизации и состояние устройства для подогрева воды (чайник), расположенного в местах общего пользования (температуры воды в устройстве $< 100^{\circ}C$ или $\geq 100^{\circ}C$).

В системе «умный дом» должно быть три уровня иерархии:

1. Уровень взаимодействия с пользователем – сюда входят различные WEB-сервисы, системы распознавания и синтеза речи, сенсорные панели и прочее.
2. Управляющий уровень – сюда входит ядро системы, которое способно принимать решения по работе системы без участия пользователя. Также в этот уровень входит система резервирования, если она есть.
3. Исполнительный уровень – сюда входят различные датчики, исполнительные механизмы, системы сопряжения предыдущего уровня с системами интернет-общения и онлайн-сервисами.

Для информационного обмена между вторым и третьим уровнем системы необходимо применять радиointерфейс, предположительно – модули сенсорной сети, работающие по протоколу ZigBee. Для связи первого и второго уровней системы необходимо использование одноранговой

локальной сети Ethernet на витой паре. В случае использования сенсорных дисплеев допустимо применение интерфейсов, имеющих в наличии в этих дисплеях.

Взаимосвязь создаваемой системы со смежными системами не требуется ввиду их отсутствия. В случае создания смежных систем, способ обмена информацией между ними и системой «умный дом» – автоматический, по уже созданной локальной сети.

В системе «умный дом» должны быть следующие режимы функционирования:

1. Обычный режим – работают все подсистемы «умного дома». Управление по большей части автоматическое, с возможностью отдачи команд человеком.
2. Ждущий режим – включается, когда на объекте автоматизации отсутствуют люди. В этом режиме отключены аудиовизуальные оповещения и отключена большая часть электрооборудования, например – лампы накаливания.
3. Ночной режим – схож со ждущим режимом, из электрооборудования работает система климат-контроля. Система аудиовизуального оповещения может работать для предупреждения пользователя об аварийных ситуациях и в качестве будильника.
4. Аварийный режим – включается в случае отказа главного управляющего компьютера. Работа резервной системы состоит в поддержании текущего режима работы система и предотвращения аварийных ситуаций. Работа с автоматизированными подсистемами объекта автоматизации осуществляется лишь по запросу от пользователя.

В системе должно быть два способа проведения диагностики. Первый – упрощенный, когда система во время своей работы следит за работоспособностью используемых в данный момент механизмов и оповещает пользователя о неполадках. Также, все события в системе должны записываться в файл журнала событий для дальнейшего анализа, желательно на внешнее энергонезависимое запоминающее устройство. И второй способ – останов и полная проверка системы, когда производится проверка каждого элемента системы, независимо от того, задействован он в данный момент или нет. Пользователю выводится подробный отчет по результатам проверки и работа системы возобновляется.

В дальнейшем, возможно расширение системы на новые места и площади, а также ее модернизация более функциональными исполнительными механизмами и датчиками. Поэтому необходимо сделать систему как можно более модульной, чтобы было легко производить замену устаревших деталей на более новые. Для модернизации программного обеспечения необходимо использовать возможность удаленной замены ПО на любом, кроме главного и резервного компьютеров, узле системы.

Требования к численности и квалификации пользователя системы и режиму его работы

Количество пользователей системы – 1 человек. Разграничение расписаний, календарей, режимов работы и прочего для каждого из пользователей не планируется.

Квалификация пользователя может быть любой. Пользователь должен иметь опыт работы с графическими интерфейсами пользователя и иметь развитые навыки абстрактного мышления.

Режим работы пользователя – 14-часовой, на сон отводится 10 часов.

Показатели назначения

Изменение параметров объекта автоматизации не должно сказываться на работоспособности системы, за исключением случаев, когда параметры объекта автоматизации выходят за рамки допустимых параметров для электронных компонентов, составляющих систему.

Пределы модернизации и развития системы определяются исключительно пользователем системы, но не должны выходить за рамки разумного. Следует учитывать, что система не должна мешать нормальной работе и жизнедеятельности всех остальных людей, не являющихся пользователями данной системы.

Требования к надежности

Показателем надежности для системы является время ее безотказной работы. Поскольку при выходе из строя исполнительного (или исполнительных) устройств система будет способна продолжать выполнять свою функцию при помощи оставшихся устройств, то для оценки показателей надежности всей системы будут оцениваться показатели надежности главного управляющего компьютера (без учета возможного наличия в системе резервного компьютера).

| Компонент | МТТФ (часы) | Вероятность отказа за год |
|-----------------|-------------|---------------------------|
| Микроконтроллер | 219000 | 0.040 |
| Память | 40000 | 0.219 |
| Flash-память | 2000000 | 0.004 |
| Итого | | 0.263 |

Поскольку микросхемы и прочие электронные компоненты относятся к неремонтопригодным устройствам, то для оценки надежности используется показатель МТТФ (Mean operating time to failures) – среднее время до отказа.

Все показатели надежности брались в приблизительном виде из общедоступных источников.

Получаем среднюю вероятность отказа системы в течение года – 0.263 и среднее время работы системы между отказами ≈ 4 года.

Среднее время восстановления работоспособности системы (MTTR – Mean Time To Repair) примем равным 11 дням – 10 дней на доставку почтой России некоторых специфических компонентов и еще один день на установку компонента системы, установку соответствующего ПО (если будет необходимо) и настройку/отладку.

Отсюда, коэффициент готовности (вероятность того, что система в любой момент времени будет в рабочем состоянии):

$$K = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = 0.993$$

Регламентируются требования к надежности для следующих аварийных ситуаций:

1. Отказ исполнительного механизма или датчика – система должна продолжить свою работу без использования отказавшего узла. Пользователь должен получить предупреждение об отказавшем узле. Запись об отказавшем узле должна быть занесена в журнал событий. Отказавший исполнительный механизм должен быть переведен в состояние, безопасное для жизнедеятельности человека. Должна быть предусмотрена возможность ручного управления устройством, к которому был подключен исполнительный механизм.
2. Отказ главного управляющего компьютера – система должна аварийно завершить свою работу. Датчики должны перестать передавать данные на главный компьютер и перейти в режим пониженного энергопотребления. Исполнительные механизмы должны быть переведены в состояние, безопасное для жизнедеятельности

человека, а их управляющие контроллеры – в режим пониженного энергопотребления.

3. Отказ части (или всей) подсистемы взаимодействия с пользователем – система должна продолжить свою работу в штатном режиме. По возможности, пользователь должен быть извещен об отказе оборудования, через оставшиеся части подсистемы взаимодействия с пользователем.

Требования безопасности

Для обеспечения безопасности монтажника, наладчика и пользователя при работе с исполнительными устройствами, использующими опасные для жизни человека значения напряжений, необходимо использовать средства гальванической развязки. Все высоковольтные цепи должны быть скрыты в кожухах или корпусах устройств.

Допустимые уровни освещенности, шумовых нагрузок и т.п. не должны превышать установленных в САНПИН 2.1.2.1002-00.

Требования к эргономике и технической эстетике

Графический интерфейс пользователя должен быть приспособлен для использования с сенсорными экранами. Остальные требования к эргономике и технической эстетике должны опираться на здравый смысл и опыт разработчика.

Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Система предназначена для эксплуатации в условиях жилого помещения (за исключением отдельных модулей). Необходимо периодически проводить диагностику узлов системы не реже чем раз в 2 месяца. Полная диагностика системы должна проводиться не реже чем раз в полгода.

Режим питания для системы – переменный ток 220 В 50 Гц. Для отдельных модулей допускается батарейное питание.

Запасные изделия и приборы не требуются. Допустимо заказывать комплектующие для системы по мере выхода из строя уже установленных комплектующих.

Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Необходимо реализовать защищенную передачу данных между исполнительными устройствами и главным компьютером. Методы организации защищенной передачи данных – на усмотрение разработчика.

Для доступа к пользовательскому интерфейсу системы необходима авторизация либо при помощи пары логин/пароль, либо при помощи кодового слова и биометрической идентификации, либо при помощи лишь биометрической идентификации.

Требования по сохранности информации при авариях

При любых отказах исполнительных модулей и датчиков системы должна быть обеспечена сохранность системного журнала. При отказе главного компьютера, а также при потере питания, также должна быть обеспечена сохранность и доступность для чтения системного журнала, за исключением случаев разрушения носителя, на который записывается журнал.

Требования к защите от влияния внешних воздействий

Радиоэлектронная защита системы не требуется. Необходимо реализовать защиту системы от внешних механических, химических и тепловых воздействий при помощи защиты основных узлов системы кожухами или помещения узлов системы в корпуса. Защита от перепадов напряжения должна быть реализована при помощи стороннего оборудования – источников бесперебойного питания, сетевых фильтров и так далее.

Требования к патентной чистоте

Патентная чистота системы и ее частей должна быть обеспечена для Российской Федерации.

Требования по стандартизации и унификации

Допускается использование стандартизированных деталей в исполнительных механизмах, а также в главном управляющем компьютере. Датчики системы и контроллеры исполнительных механизмов должны быть реализованы самостоятельно.

Допускается использование готовых программных библиотек для отрисовки графического интерфейса при реализации пользовательского

интерфейса. Также допускается использование любых, пригодных для использования внутри управляющего компьютера, операционных систем и программ для организации взаимодействия с пользователем и управляющими механизмами/датчиками.

Дополнительные требования

Оснащение системы устройствами для обучения персонала не требуется. К системе должна прилагаться подробная пользовательская документация.

0.4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой

Система должна обеспечивать выполнение перечисленных ниже функций:

1. в рамках первой и второй задачи – выполнение функции удаленного включения-отключения бытовых осветительных приборов, выполнение функции контроля за освещенностью, выполнение функции контроля за наличием людей на объекте автоматизации, выполнение функции ручного управления осветительными приборами, с оповещением системы об их текущем состоянии.
2. в рамках третьей задачи – выполнение функции контроля за состоянием температуры на объекте автоматизации и вне него, выполнение функции контроля за наличием людей на объекте.
3. в рамках четвертой задачи – выполнение функции обеспечения работы систем онлайн-общения внутри системы «умный дом», выполнение функции обеспечения работы системы с сервисами Google Accounts.
4. в рамках пятой задачи – решение задачи управления бытовыми электроприборами, выполнение функции контроля за освещенностью, выполнение функции контроля за наличием людей на объекте автоматизации.
5. В рамках шестой задачи – выполнение функции контроля за наличием людей на объекте автоматизации, выполнение функции обеспечения авторизованного доступа на объект автоматизации.

Система должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

1. в рамках первой и второй задачи – выполнение функции использования заранее заданного пользователем расписания.
2. в рамках третьей задачи – выполнение функции по управлению тепловентилятором и вентилятором/кондиционером в зависимости от температуры на объекте автоматизации.
3. в рамках четвертой задачи – выполнение функции обеспечения работы системы с GSM-модемом в качестве еще одного средства связи
4. в рамках пятой задачи – выполнение функции использования заранее заданного пользователем расписания.
5. в рамках шестой задачи – выполнение функции контроля за местоположением людей на объекте автоматизации.

0.4.3 Требования к видам обеспечения

В системе рекомендуется применять Assembler и язык высокого уровня С для реализации драйверов к применяемым электронным компонентам системы. Для написания управляющей программы, которая будет работать на главном компьютере, рекомендуется применять интерпретируемые языки программирования (Bash, Perl, Python) – не нужно собирать компилятор или использоваться кросскомпилятор под целевую платформу, редактирование исходных текстов и проверку работоспособности управляющей программы можно проводить непосредственно на целевой платформе, существенно лишь наличие интерпретатора. Исходные коды всех программ системы должны быть подробно прокомментированы на русском языке.

Применяемое программное обеспечение должно иметь патентную чистоту на территории Российской Федерации и принадлежать к открытому программному обеспечению (open source).

В документах, описывающих структуру и функциональность системы допустимо применение английского языка, но основным языком для таких документов – русский. Руководство пользователя должно быть написано исключительно на русском языке, английский рекомендуется применять для аббревиатур и непереводаемых словосочетаний.

0.5 Состав и содержание работ по созданию системы

Перечень стадий и этапов работ по созданию системы:

1. Исследование и обоснование создания АС
2. Написание технического задания
3. Разработка, как программной так и аппаратной части, отдельных частей системы, которые в дальнейшем будут широко применяться во всей системе
4. Разработка устройств, входящих в исполнительный уровень системы
5. Разработка управляющего программного обеспечения, входящего в управляющий уровень системы
6. Разработка программной и, по необходимости аппаратной, части для уровня взаимодействия с пользователем
7. Пробные запуски системы. Проверка работоспособности всех подсистем, объединенных в единую систему
8. Строительно-монтажные работы
9. Пуско-наладочные работы
10. Ввод системы в строй

0.6 Порядок контроля и приемки системы

Испытания системы будут проводиться на 9 и 10 этапах работ по созданию системы.

Приемная комиссия – университетская комиссия, производящая оценку и защиту бакалаврских работ.

0.7 Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие

Перед вводом системы в действие необходимо провести подготовительные работы, по созданию посадочных мест для исполнительных устройств и датчиков. Также, необходимо выделить место для главного управляющего компьютера и, по необходимости, для резервного.

0.8 Требования к документированию

Необходимо разработать следующие виды документации:

1. Схема функциональной структуры
2. Перечень заданий на разработку специализированных (новых) технических средств
3. Технические задания на разработку специализированных (новых) технических средств (по необходимости)
4. Описание программного обеспечения
5. Руководство пользователя
6. Общее описание системы

0.9 Источники разработки

Зарубежные системы-аналоги, на основе которых разрабатывалось ТЗ:

1. Отдельные узлы системы «умный дом», разработанные компанией HomeSeer (<http://www.homeseer.com/>).
2. Система «Home Control System», разработанная компанией Home Automation, Inc (<http://www.homeauto.com>).
3. Система «iHabitat», разработанная компанией Embisys (<http://www.embisys.com/projects/ihabitat/>)

Отечественные системы-аналоги, на основе которых разрабатывалось ТЗ:

1. Система «умный дом» компании Relcom (<http://www.re-e.ru>)
2. Система «умный дом» компании intellecthouse (<http://www.intelecthouse.ru/>)
3. Система «умный дом» компании SMART Умный дом (<http://www.smart-home.spb.ru>)

Также использовались результаты научно-исследовательских работ в области использования сенсорных сетей в системах «умный дом» исследовательского центра CEESAR (Center of Excellence for Embedded Systems Applied Research <http://www.ceesar.ch>)