

---

## ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

---

УДК 004.942

**Р.У. Стативко**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46) (e-mail:stativko1@mail.ru)

**Е.П. Коломыцева**, аспирант, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46) (e-mail:creame2005@yandex.ru)

### РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИПОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДАТЧИКОВ

*Целью данной работы является разработка подходов к автоматизации процесса установки датчиков для мониторинга «умного дома». В статье кратко говорится о возникновении системы «умный дом» и о дальнейшем распространении этой системы в России. «Умный дом» – это система управления домом, обеспечивающая автоматическую и слаженную работу целого комплекса систем, в частности, управление освещением, что требует использования правильной расстановки датчиков. Такая система может дать преимущества для людей с ограниченными возможностями.*

*Расстановка датчиков позволит оптимизировать потребление энергоресурсов. В работе дана краткая характеристика классических наборов датчиков для умного дома. Классическим набором для умного дома являются: центр управления, камеры, модули в розетку, настенные выключатели, модули управления и различные датчики. Приведена классификация датчиков по разным признакам и по способу подключения.*

*В статье сделан акцент на расстановку датчиков движения и освещенности, которые зачастую являются основой «умного дома» и используются для управления различными устройствами. В работе дано описание классической схемы «Умный дом» и перечислены ее основные компоненты.*

*Предложен алгоритм определения необходимости использования типовых моделей датчиков движения и освещенности и их количественного соотношения в зависимости от анализа помещения, а именно: тип помещения (жилое, нежилое), размер помещения, наличие оконных и дверных проемов. Представленный алгоритм содержит следующие этапы: предварительный анализ помещения, в котором необходимо установить датчики движения и освещенности, учет характеристик датчиков. Приведены краткие результаты тестирования.*

*Данная работа показывает, что комплекс «Умный дом» вполне реально устроить в индивидуальном жилом строении.*

**Ключевые слова:** система «Умный дом»; датчики движения и освещенности; установка датчиков; типы датчиков; система автоматики; комплекс автоматизированных систем дома; типовые модели датчиков; алгоритм использования типовых моделей датчиков движения.

**DOI:** 10.21869/2223-1560-2018-22-6-118-126

**Ссылка для цитирования:** Стативко Р.У., Коломыцева Е.П. Разработка алгоритмов определения необходимости использования типовых моделей датчиков // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. Т. 22, № 6(81). С. 118-126.

\*\*\*

#### Введение

Система «Умный дом» (от английского *smarthouse*) зародилась в США в середине XX века и со временем получила обширное распространение во многих других странах мира. Ситуация в корне

изменилась с развитием электроники и в настоящее время такие системы хоть и не получили большую популяризацию, но уже и не воспринимаются как диковинка. В России спрос на данную технологию возрос сравнительно недавно. Рынок «умных домов» пока что находится толь-

ко на стадии развития, что подтверждается Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы" [1]. В этом документе определена идея «умного города», основанного на максимальной комфортности, безопасности, энергоэффективности и экологичности окружающего пространства. Модель умного города, элементы которого окружают человека дома, на улице и в общественных местах, создает основу для формирования инновационной среды и последующего перевода экономики на новую ступень развития [1]. Объединение концепции «умных домов» в одном месте приводит к развитию «умного города».

Под понятием «умного дома», будем подразумевать наличие программно-аппаратного комплекса, позволяющего автоматизировать и упростить управление различными системами, а также другим оборудованием жилого или нежилого помещения.

«Умный дом» – это система управления домом, обеспечивающая автоматическую и слаженную работу целого комплекса систем: освещение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, и других систем, которые обеспечивают комфорт, энергоэффективность, безопасность и упрощают быт человека [2]. Необходимо отметить, что для некоторых категорий населения (пожилых людей, инвалидов) это система может стать необходимой, т.к. она способна самостоятельно отслеживать изменения в доме и реагировать на них, приводя в действие необходимые устройства. Наличие такого комплекса автоматизированных систем дома позволяет эффективно расходовать ресурсы и их стоимость, а

также помогает обезопасить дом от взлома, пожара, протечек и замерзания труб.

Классическим набором для умного дома являются: центр управления, камеры, модули в розетку, настенные выключатели, модули управления и различные датчики (рис.1).



Рис. 1. Схема системы «Умный дом»

#### Постановка задачи

Целью данной работы является разработка подходов к автоматизации процесса установки датчиков для мониторинга «умного дома» для повышения эффективности обслуживания и удовлетворения нужд населения.

На этапе выбора датчика нужно учитывать особенности каждой модели и отдавать предпочтение тому, что лучше всего подходит для рассматриваемого пространства, где необходима работа датчика движения и конечно же его стоимости.

Датчики являются неотъемлемой частью любой системы автоматизации. Их главная задача – преобразование любых физических величин в сигнал, удобный для использования [3]. Датчики имеют очень большой спектр функций и могут классифицироваться по разным признакам.

Анализ существующих подходов к решению задачи [4-6] показал, что, как правило, даются рекомендации без анализа типа помещения, размера и наличия оконных и дверных проемов.

В данной статье предлагаются подходы к реализации алгоритма определения необходимости использования типовых моделей датчиков движения и освещенности в зависимости от анализа помещения, а именно: тип помещения (жилое, нежилое), размер помещения, наличие оконных и дверных проемов. Разрабатываемый алгоритм содержит такие этапы, как: предварительный анализ помещения (длина (а) и ширина (b)), в котором необходимо установить датчики движения и освещенности, учет характеристик датчиков.

В данной работе предложено применение датчиков движения и освещенности, которые зачастую являются основой «умного дома» и используются для управления различными устройствами (к примеру, вентиляцией, автоматическими дверьми и окнами) [7].

Мы будем рассматривать следующую классификацию датчиков [8]: инфракрасные ( $c_1$ ), акустические ( $c_2$ ), мик-

роволновые ( $c_3$ ), ультразвуковые ( $c_4$ ), комбинированные ( $c_5$ ). Друг от друга они отличаются принципом работы и точностью фиксации сигналов.

По типу установки рассматриваемые датчики можно разделить на внешние и внутренние, а по способу подключения датчики делятся на проводные и беспроводные. Так же при выборе датчика необходимо учесть угол обзора, который может быть в горизонтальной плоскости от  $90^\circ$  до  $360^\circ$  (для помещения, в котором датчик устанавливается на стене, достаточно будет  $180^\circ$ ) и по вертикали –  $15-20^\circ$  (в дорогостоящих моделях угол обзора может охватывать до  $180^\circ$  и такие датчики обычно ставят в охранных системах).

При подборе датчиков необходимо учесть дальность действия, которая зависит от места их использования, а именно, в помещении будет устанавливаться датчик движения или на улице. Для помещения достаточно будет радиуса действия в 5-7 метров, а для улицы, конечно же, с наибольшим радиусом [9].

На рис.2 показана модель процесса расстановки типовых моделей датчиков движения и освещенности в помещении.

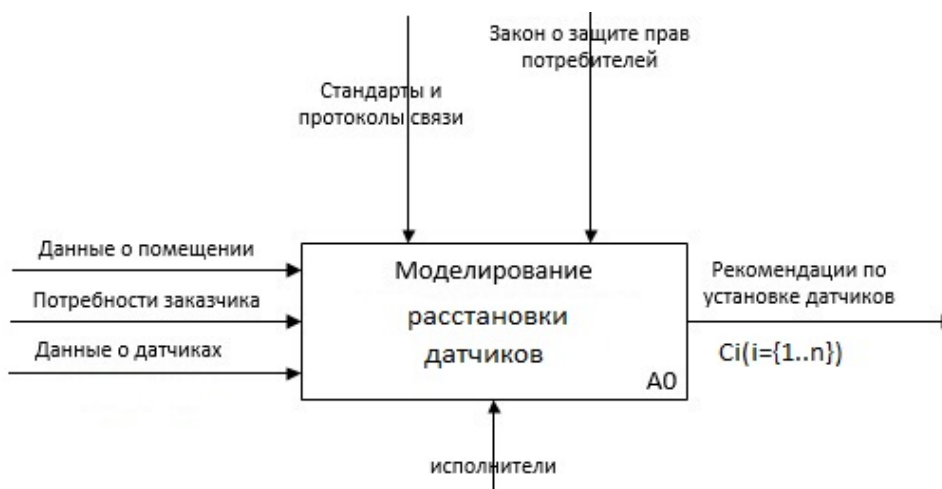


Рис.2. Модель процесса расстановки датчиков

Не просто назвать необходимое количество датчиков в «умном доме», потому, что все зависит от цели и задач, предъявляемых к конкретному объекту.

### **Разработка алгоритма**

В ходе установки системы «умного дома», может возникнуть необходимость правильного расчёта расположения датчиков, при котором они будут работать корректно [11-14].

Во-первых, требуется выполнить анализ помещения, в котором необходимо установить датчики движения и освещенности. А именно, тип помещения (жилое, нежилое), размер помещения, наличие оконных и дверных проемов.

Во-вторых, при выборе места установки датчика движения нужно учитывать поле обзора датчика (перегородки, полки, растения и т.д. могут ограничить зону контроля). Вблизи не должны располагаться осветительные приборы (подвесные светильники могут затенять зону контроля датчика, если они расположены слишком близко) и отопительные приборы (так как датчики движения реагируют на потоки воздуха), а также не должны попадать большие объекты, которые могли бы вызывать ложное срабатывание. В помещениях с большей площадью целесообразно устанавливать датчик на потолке, при этом угол обзора должен быть 360° и по центру, чтобы «мертвая зона» была минимальной.

В-третьих, помимо правильного размещения, очень важным также является надежное крепление датчика. Датчик должен быть надежно прикреплен к поверхности, поэтому перед установкой нужно предварительно удостовериться, что поверхность, на которой будет располагаться датчик, надёжная и стойкая.

В-четвертых, установив датчик, рекомендуется протестировать его работоспособность и удостовериться, что установка была проведена корректно.

В-пятых, не следует устанавливать датчики слишком близко друг к другу, так как это может приводить к возникновению помех.

Также перед установкой датчика необходимо обязательно прочесть руководство по установке, которое поможет быстро разобраться во всех тонкостях.

Стоит упомянуть, что, устанавливая датчик для «Умного дома», нельзя забывать, что «Умный дом» – это в первую очередь система, в которой все элементы взаимосвязаны, а, следовательно, датчик должен правильно работать вместе со всеми другими устройствами, входящими в эту систему.

Вариаций построения «умного дома» существует большое множество. На сегодняшний день существует огромный выбор решений на любой вкус и конечно же стоимость данного решения.

Согласно концепциям структурного моделирования [10] выполним детализацию входящих процессов в следующем представлении (рис.3).

Разработанный в данной работе алгоритм определения необходимости использования типовых моделей датчиков движения и освещенности и их количественного соотношения в зависимости от анализа помещения представлен на рис.4.

### **Тестирование алгоритма**

Согласно разработанному алгоритму для помещения, план которого приведен на рис.5, в таблице указаны результаты тестирования по типу и габаритам помещения.

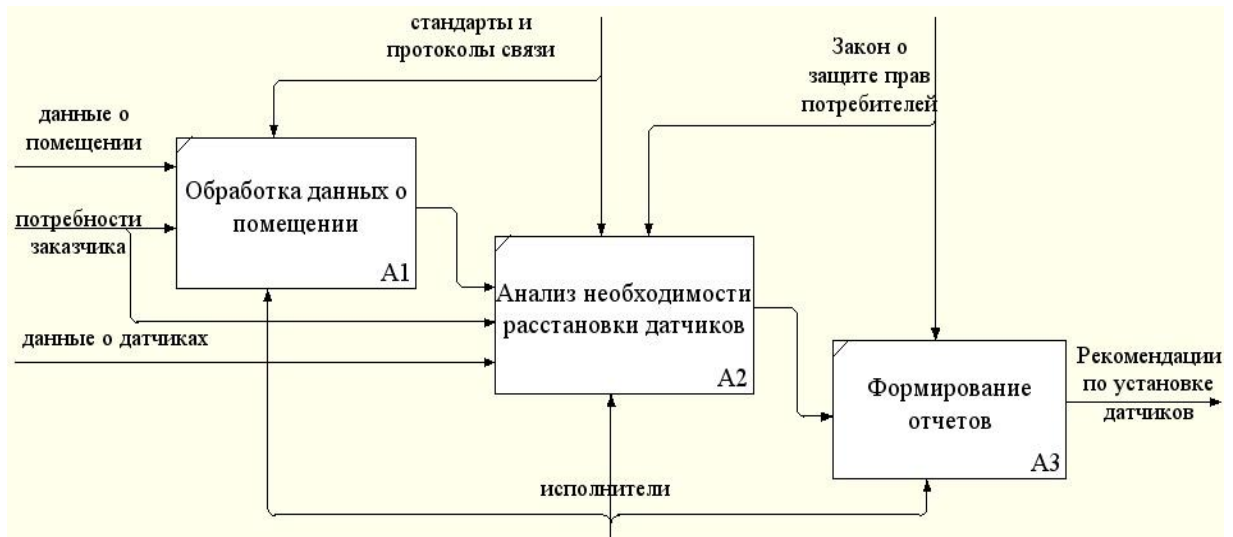


Рис. 3. Детализация моделирования процессов расстановки датчиков

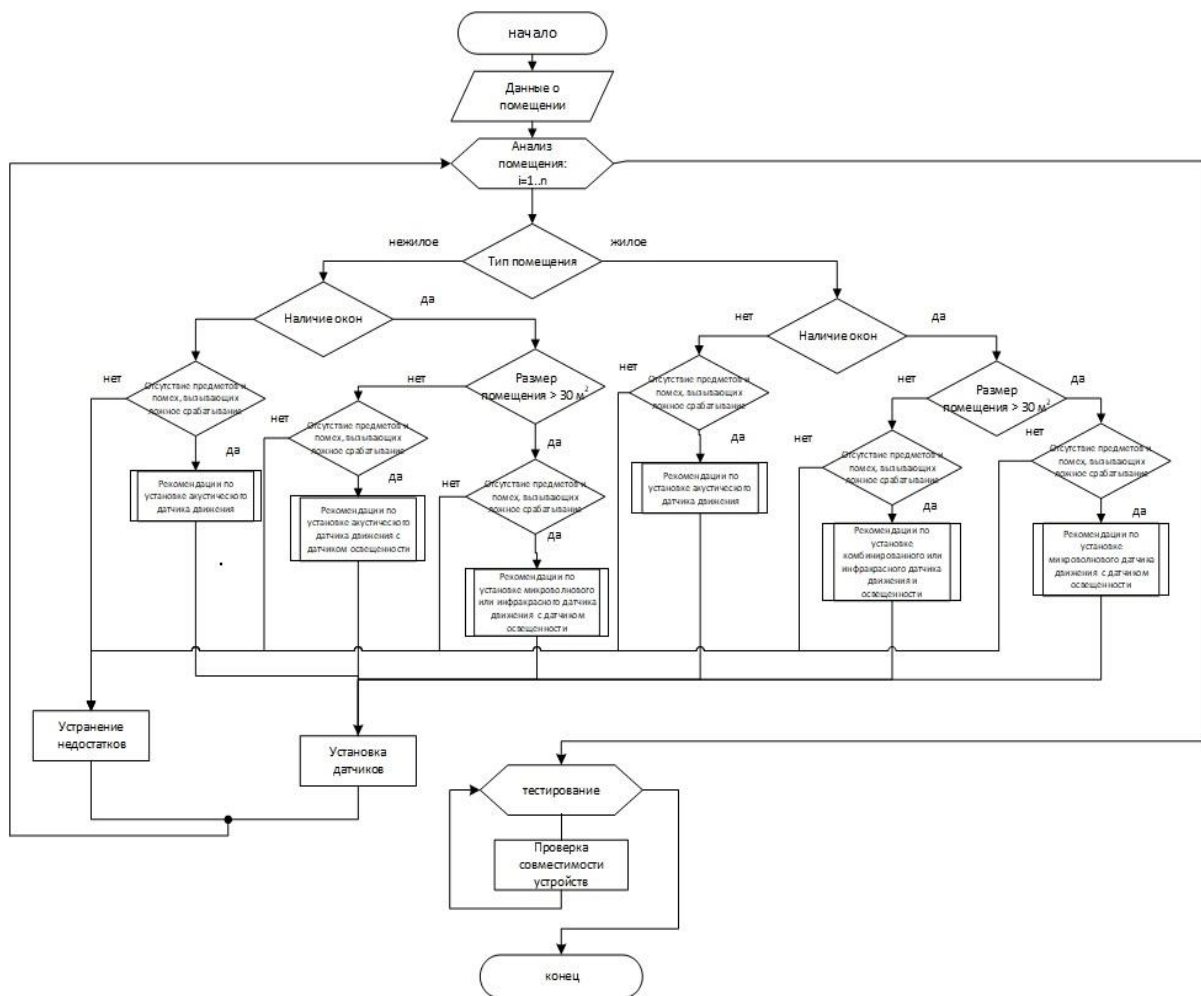


Рис. 4. Блок-схема алгоритма определения необходимости использования типовых моделей датчиков движения и освещенности

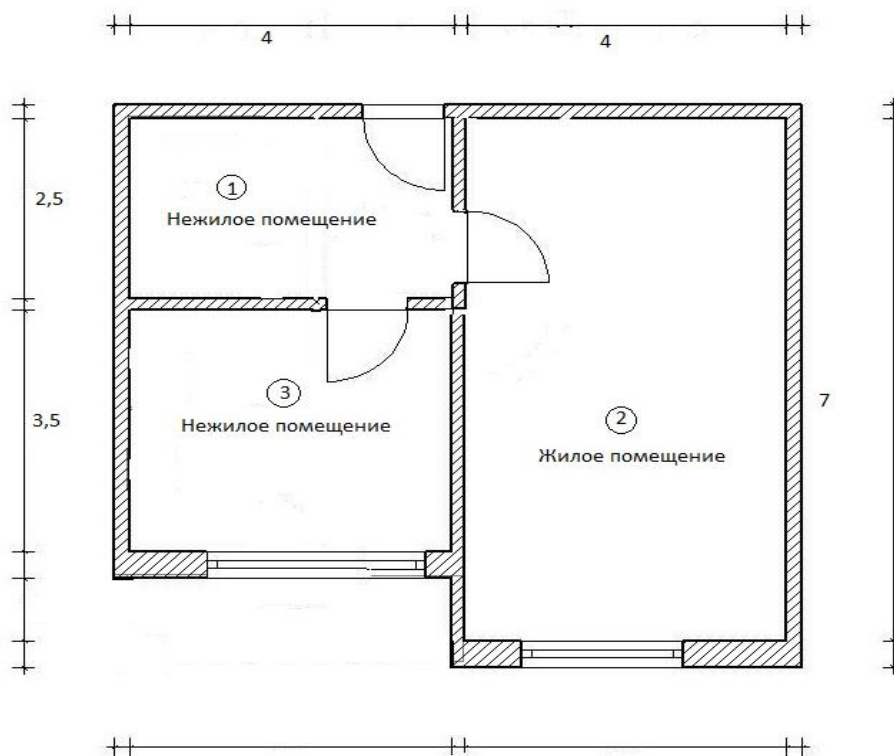


Рис.5. План тестируемого помещения

## Результаты тестирования алгоритма

№ пом.	Данные о помещении				Рекомендации по установке
	Тип помещения	Наличие окон	Размер		
			длина	ширина	
1	нежилое	нет	2,5	4	Акустический датчик движения ( $c_2$ )
2	жилое	есть	7	4	Комбинированный или инфракрасный датчик движения и освещенности ( $c_1, c_5$ )
3	нежилое	есть	3,5	4	Акустический датчик движения и освещенности ( $c_2$ )

В таблице, согласно этапам алгоритма определения необходимости типовых моделей датчиков (рис.4), выполнен анализ помещения, содержащего 3 комнаты. Помещение содержит 2 нежилых помещения, из которых в одном нет окна, во втором – окно присутствует. Соответственно параметрам помещения получена рекомендация по установке датчиков ( $c_2$ ). Для жилого помещения, согласно его ха-

рактеристикам, также получена рекомендация ( $c_1, c_5$ ).

**Выводы**

Для реализации системы «Умный дом» необходимо выполнить анализ помещения. По результатам анализа помещения выполняется расстановка датчиков движения и освещенности согласно разработанному алгоритму по их характеристикам.

В итоге, можно сделать вывод, что данный комплекс вполне реально устроить в индивидуальном жилом строении. Однако нужно быть готовым к тому, что на внедрение даже самой простейшей системы «умного дома» уйдет немало времени. Следует внимательно отнестись при выборе датчиков ко всем характеристикам помещения, а также к необходимому оборудованию для данного помещения. Данная статья будет полезна пользователям, заинтересованным в установке датчиков.

### Список литературы

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Сопер М.Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома». М.: НТ Пресс, 2007. 432 с.
3. Густав Олссон, Джангуидо Пиани Цифровые системы автоматизации и управления. СПб.: Невский Диалект, 2001. 557с.
4. Tapia E. M., Intille S. S., Larson K. Activity recognition in the home using simple and ubiquitous sensors // International conference on pervasive computing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. P. 158-175.
5. Lu J. et al. The smart thermostat: using occupancy sensors to save energy in homes // Proceedings of the 8th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems. ACM, 2010. P. 211-224.
6. Li M., Lin H. J. Design and implementation of smart home control systems based on wireless sensor networks and power line communications // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2015. Vol. 62. № 7. P. 4430-4442.
7. Датчики движения. Основные виды и их особенности, области применения. URL: <https://rozetkaonline.ru/poleznosti-stati-o-rozetkah-i-vikluchateliah/item/54-datchiki-dvizheniya-osnovnyye-vidy-i-ikh-osobennosti-oblasti-primeneniya>.
8. Барыкин Ф.С. Схема подключения датчика движения для освещения. URL: <https://elektro.guru/osveschenie/shema-podklyucheniya-datchika-dvizheniya-dlya-osvescheniya.html#hcq=hcvL8Fq>.
9. Тесля Е.А. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. СПб., 2008. 224 с.
10. ГОСТ Р 50.1.028-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. М., 2002.
11. Установка датчиков сигнализации. Основные рекомендации. URL: <http://www.autoelectric.ru/advice/advice1.htm>.
12. Стативко Р.У., Коломыцева Е.П. / Моделирование процессов расстановки датчиков с использованием программного продукта «Ramus Educational» [Электронный ресурс] // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2018. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
13. Hamed B. Design & implementation of smart house control using LabVIEW // International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE). 2012. Vol. 1. № 6. P. 98-106.
14. Alami A., Benhlima L., Bah S. An overview of privacy preserving techniques in smart home wireless sensor networks // Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA), 2015 10th International Conference on. IEEE, 2015. P. 1-4.

*Поступила в редакцию 29.11.18*

UDC 004.942

**R. W. Stativko**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russia, 308012, Belgorod, Kostyukova str., 46) (e-mail:stativko1@mail.ru)

**E. P. Kolomytseva**, Post-Graduate Student, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russia, 308012, Belgorod, Kostyukova str., 46) (e-mail:creame2005@yandex.ru)

## DEVELOPMENT OF ALGORITHMS TO DETERMINE WHEN TO USE GENERIC MODELS OF THE SENSORS

*The aim of this work is to develop approaches to automate the process of installing sensors for monitoring "smart home". The article briefly describes the emergence of the smart home system and the further spread of this system in Russia. "Smart Home" is a home control system that provides automatic and well-coordinated operation of a whole complex of systems, in particular, lighting control, which requires the use of correct placement of sensors. Such a system can provide benefits for people with disabilities.*

*The sensor layout will optimize energy consumption. The paper gives a brief description of the classic sensor sets for a smart home. A classic set for a smart home are: control center, cameras, modules in the socket, wall switches, control modules and various sensors. The classification of sensors according to various characteristics and the method of connection is given.*

*The article focuses on the placement of motion and light sensors, which are often the basis of a "smart home" and are used to control various devices. This paper describes the classic smart home circuit and lists its main components.*

*An algorithm is proposed for determining the need for using standard models of motion and illumination sensors and their quantitative ratio from the room analysis, namely: the type of room (residential, non-residential), the size of the room, the presence of window and door openings. The presented algorithm contains the following steps: preliminary analysis of the room in which it is necessary to install motion and light sensors, take into account the characteristics of the sensors. Brief results of testing are given.*

*This work shows that it is quite possible to arrange a "smart home" complex in an individual residential structure.*

**Key words:** *system "smart home"; motion and light sensors; installation of sensors; types of sensors; automation system; complex of automated systems at home; typical models of sensors; algorithm of using typical models of motion sensors.*

**DOI:** 10.21869/2223-1560-2018-22-6-118-126

**For citation:** Stativko R. W., Kolomytseva E. P. Development of Algorithms to Determine When to Use Generic Models of the Sensors. Proceedings of the Southwest State University, 2018, vol. 22, no. 6(81), pp. 118-126 (in Russ.).

\*\*\*

### Reference

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 9 maja 2017g. № 203. O Strategii razvitija informacionnogo obshhestva v Rossijskoj Federacii na 2017-2030 gody. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Kon-sul'tantPljus».

2. Soper M. Je. Prakticheskie soveti i reshenija po sozdaniju «Umnogo doma». Moscow, 2007, 432 p.

3. Gustav Olsson, Dzhanguido Piani Cifrovye sistemy avtomatizacii i upravlenija Saint-Petersburg, Nevskij Dialekt Publ., 2001, 557 p.



4. Tapia E. M., Intille S. S., Larson K. Activity recognition in the home using simple and ubiquitous sensors. International conference on pervasive computing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004, pp. 158-175.
5. Lu J. et al. The smart thermostat: using occupancy sensors to save energy in homes. Proceedings of the 8th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, ACM, 2010, pp. 211-224.
6. Li M., Lin H. J. Design and implementation of smart home control systems based on wireless sensor networks and power line communications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2015, vol. 62, no. 7, pp. 4430-4442.
7. Datchiki dvizhenija. Osnovnye vidy i ih osobennosti, oblasti primeneniya. URL: <https://rozetkaonline.ru/poleznie-stati-o-rozetkah-i-vikluchateliah/item/54-datchiki-dvizheniya-osnovnye-vidy-i-ikh-osobennosti-oblasti-primeneniya>.
8. Barykin F.S. Shema podkljucheniya datchika dvizhenija dlja osveshhenija. URL: <https://elektro.guru/osveschenie/shema-podklyucheniya-datchika-dvizheniya-dlya-osvescheniya.html#hcq=hcvL8Fq>.
9. Teslja E.A. «Umnyj dom» svoimi rukami. Stroim intellektual'nuju cifrovuju sistemu v svoej kvartire. Sankt-Peterburg, 2008, 224 p.
10. GOST R 50.1.028-2001. Informacionnye tehnologii podderzhki zhiznennogo cikla produkcii. Metodologija funkcionalnogo modelirovaniya. Moscow, 2002.
11. Ustanovka datchikov signalizacii. Osnovnye rekomendacii. URL: <http://www.autoelectric.ru/advice/advice1.htm>.
12. Stativko R.U., Kolomyceva E.P. Modelirovanie processov rasstanovki datchikov s ispol'zovaniem programmogo produkta «Ramus Educational». Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija molodyh uchenyh BGTU im. V.G. Shuhova. Belgorod, 2018.
13. Hamed B. Design & implementation of smart house control using LabVIEW. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, 2012. vol. 1, no. 6, pp. 98-106.
14. Alami A., Benhlima L., Bah S. An overview of privacy preserving techniques in smart home wireless sensor networks. Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA), 2015 10th International Conference on. IEEE, 2015, pp. 1-4.