

## SMART HOME CONTROL ALGORITHM<sup>4</sup>

**Principal Assist. Nikolay Valov, PhD**

Department of Automatics and Mechatronics

University of Ruse

Phone: 082 888 266

E-mail: npvalov@uni-ruse.bg

**Abstract:** *The paper presents the algorithm to working a system for house climate monitoring and control. Algorithms for controlling temperature and relative humidity inside a building are developed by monitoring parameters of the surroundings and changing the performing devices – open/close windows and turn on/off AC. Control of the lightning level is achieved by controlling the window blinds and lighting bodies for a smoother transfer between the light and dark part of the day. Different settings are planned based on whether or not there are residents inside the building. In addition, the optimal climate criteria are different for the four seasons and this has been accounted for in the system. The user can adjust each of the control parameters at any time as well as switch between manual and automatic mode on every performing device. The system is not closed and additional functionalities can be added by expanding the control algorithms and/or by adding more sensors and actuators. The collected data about these parameters can be used to predict control parameters in the future.*

**Keywords:** Home Climate Efficiency and Comfort, Raspberry Pi model 3B+, Sensors, Actuators

**JEL Codes:** L60

### ВЪВЕДЕНИЕ

Интелигентната домашна автоматизация е става все по популярна поради многобройните ѝ предимства и обещаващи възможности за контрол и управление на различни електронни устройства, с което се намалява и свежда до минимум участието на човек. Тези технологии осигуряват различни предимства, като по-голяма безотказност, комфорт и сигурност, по рационално използване на енергията и другите ресурси и допринасят за значителни икономии. Научните изследвания в тази област се развиват много активно, тъй като се предлагат много мощни средства за улеснение на ежедневието, а също така за подкрепа и подпомагане на възрастните хора и хората със специални нужди за наблюдение и контрол на домакински уреди. В (Potts, J., & Sukittanon, S., 2012) са дефинирани основните фактори, които трябва да се вземат под внимание при проектиране и изграждане на система за умен дом. Това, че драматично нараства броят на хората използващи смарт телефони, които пък се превърнаха в универсални преносими устройства, подпомагащи ежедневието допринася изключително много за популярността на тези системи. В тази статия се описва евтина безжична система за умен дом, която контролира и наблюдава домашна среда. Използва се WEB сървър с реален IP адрес за управление през WEB приложение на уреди и устройства от разстояние. Raspberry Pi се използва за събиране на данните от сензорите и предаване на управление към устройствата, а също така и за WEB сървър, който дава възможност на регистрирани потребители да имат достъп до WEB приложението за наблюдение и управление на дома през компютър или мобилно устройство. WEB приложенията във версия за браузър или за мобилно устройство са изключително удобни, тъй като не се налага на самия потребител да инсталира никакъв допълнителен софтуер, достатъчно е да може да използва браузъра. Самото приложение трябва да е разработено като платформено независимо.

Функциите на сензора са да преобразува физическа величина в числови данни. Единичен сензор или няколко различни типове сензори могат да бъдат интегрирани в едно устройство за събиране на данни от едно и също място, за което се използва терминът сензорен възел. Когато много сензорни възли са организирани в разпределена мрежа за събиране на данните от голяма вътрешна среда вече имаме сензорна мрежа. Чрез проводници се установява

<sup>4</sup> Докладът е представен на пленарната сесия на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: АЛГОРИТЪМ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА СИСТЕМА ЗА УМЕН ДОМ

комуникационна връзка за предаване на измерените данни от всеки възел към централен възел за събиране на данни. Използването на проводници вече стана примитивна технология и се оказва тромава за сензорните възли, намиращи се далеч от потребителя. Поради което се търсят други решения и технологии, като WiFi, Bluetooth, ZigBee и др.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Отчитайки широко разпространената тенденция за разрастване на обхвата на Internet of Things (IoT) проекти, Raspberry Pi се утвърждава на пазара като един от най-желаните продукти. Потребители го предпочитат като тип техника с която да изградят системата си, вместо да закупят готов и компилиран продукт. Отчитайки пазарната му стойност, микрокомпютъра/микроконтролера значително превъзхожда конкурентите си в съотношение функционалност/цена.

Задачите които се преследват при реализация на системата са:

- Измерване и архивиране на параметри за околната среда;
- Генериране на управляващи въздействия за поддържане на температурата и относителната влажност на въздуха и осветеността в помещението;
- Запис на предприетите действия;
- Възможност за работа на системата в ръчен и автоматичен режим;
- Избор на сезонен режим при работа на системата;
- WEB достъп до архивирана информация и управляващи функции.

Съществуват стандарти за условията на труд в жилищни и обществени сгради. Няма да разглеждаме подробно описаните изисквания в наредбите само ще споменем няколко изисквания, които могат да се спазват с проектираната система за контрол:

- температура на въздуха от 18 до 25 °C и не по-висока от 28 °C при температура на външния въздух над 25 °C;
- относителна влажност на въздуха от 30 до 60 % и не повече от 55 % през топлия период на годината, когато температурата на външния въздух надхвърля 28 °C;
- при смесено осветление, изкуствената осветеност не трябва да е по-малка от 200 Lx.

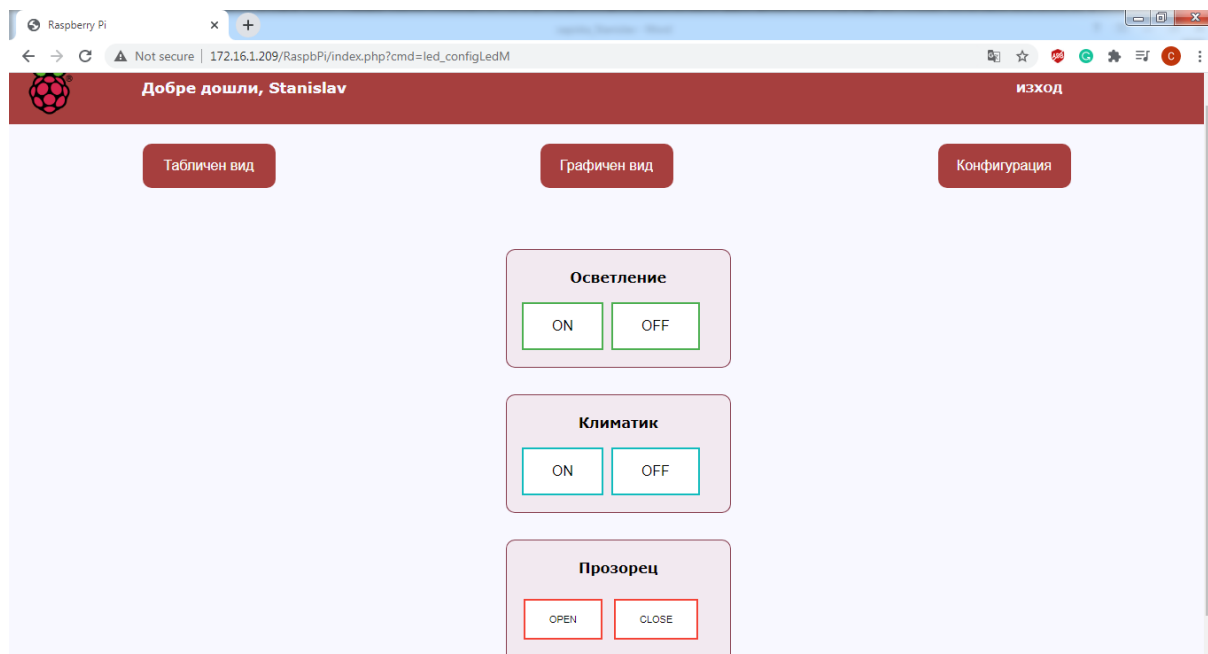
Температурата на въздуха се контролира от климатик. Относителната влажност на въздуха ще бъде поддържана, чрез отваряне/затваряне на прозореца, а осветеността, чрез LED осветление. Тези уреди могат да се контролират през определени комуникационни протоколи през Internet. Проектираната система, базирана на Raspberry Pi, има тези възможности.

Програмното осигуряване е разделено на модули, които определят различни функционалности. Няма да разглеждаме всички заложиени модули, а само тези касаещи управлението на посочените устройства. Предвидени са:

- метод за ръчно управление на уредите;
- метод за автоматично управление на уредите;

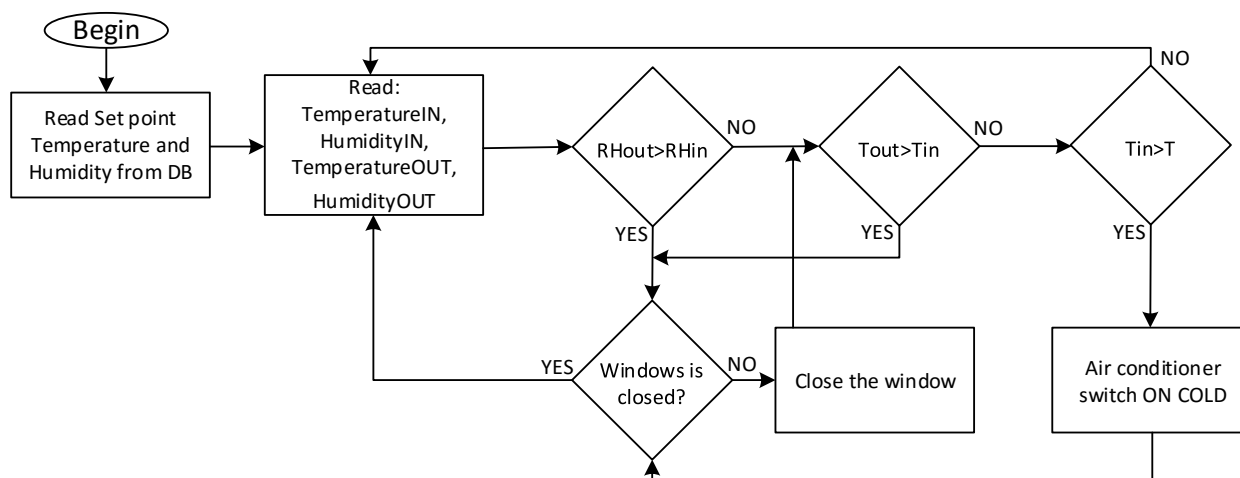
Метода за ръчно управление позволява самостоятелно включване или изключване на климатика и осветлението, както и отварянето или затварянето на прозореца, които по същество се изпълняват като команди On/Off, фиг. 1.

При автоматично управление е заложиено въвеждането от потребителя на необходимите прагове за температурата, относителната влажност и нивото на осветеност. Съобразно тези стойности са проектирани две алтернативни управления на системата за летен и зимен сезон. На фиг. 2 е показан алгоритъмът на работа на системата за контрол на параметрите през летния сезон. Първоначално се изчитат текущите стойности на температурата и относителната влажност на въздуха вътре ( $T_{in}$ ,  $RH_{in}$ ) и извън ( $T_{out}$ ,  $RH_{out}$ ) помещението. Сравняват се двете относителни влажности на въздуха  $RH_{out} > RH_{in}$  и ако е изпълнено условието се проверява състоянието на прозореца. Той трябва да бъде затворен, ако е изпълнено условието  $RH_{out} > RH_{in}$ , чрез управление на релейният модул свързан към контролера.



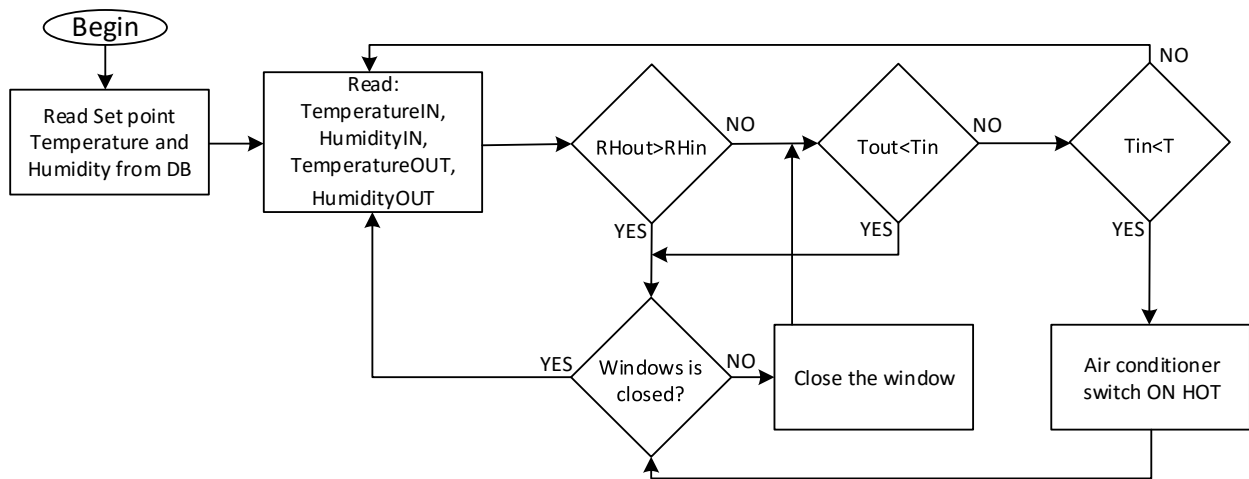
Фиг. 1. Екран за ръчно управление на устройствата

Следващата стъпка е да се сравнят температурите  $T_{out} > T_{in}$ . При положение, че външната температура е по-висока трябва да се затвори прозореца. На следващият етап се проверява температурата в помещението  $T_{in}$ , спрямо зададената  $T$ . Ако е изпълнено условието  $T_{in} > T$ , трябва да се подаде команда за включване на климатика, като той трябва да работи в режим на охлаждане. Този алгоритъм се стартира периодично на всеки 6 минути.



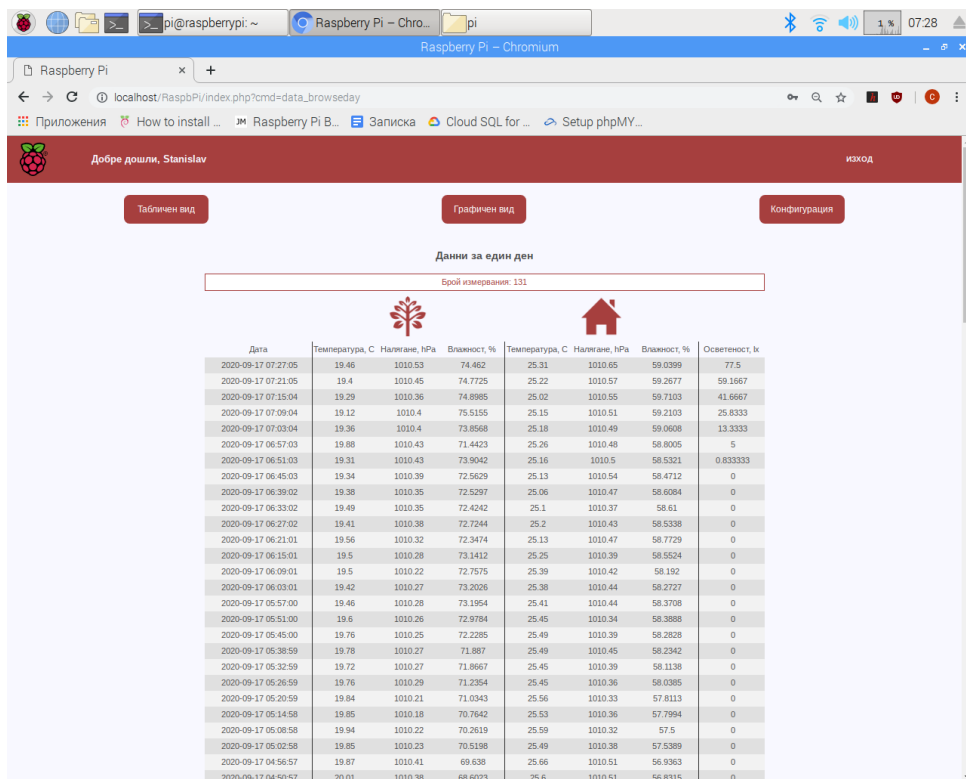
Фиг. 2. Алгоритъм през летния сезон

Работата на системата през зимният сезон наподобява тази през летния, но има промяна в условията за затваряне на прозореца и режима на работа на климатика трябва да бъде за загряване, фиг.3. Команда за затваряне на прозореца, трябва да бъде подадена от контролера, при изпълнение на условието  $T_{out} < T_{in}$ . Другата промяна е условието за включване на климатика. Контролерът Raspberry Pi, трябва да подаде команда за включване на климатика при изпълнение на условието  $T_{in} < T$ , като той трябва да е в режим на загряване. Нов цикъл на измерване на параметрите и генериране на управляващи въздействия се активира след 6 минути.



Фиг. 3. Алгоритъм през зимния сезон

Описаните алгоритми са само част от проектираната система за управление на условията на живот в контролираното помещение. Всички измерени стойности на физичните величини се архивират в база данни, заедно с астрономичното време. В базата данни се записва и състоянието на управляващите изходи на контролера на всеки 6 минути. Зададените стойности от потребителя, заедно с момента на тяхната промяна са също запазвани в базата данни. Системата събира информация и за достъпа до нея през WEB интерфейса, като записва името и действията на потребителя. Към вече инсталираната ОС на микроконтролера се инсталира и софтуер за управление на базата данни Maria DB. Посредством MariaDB прочетените данни от сензорите се записват на Micro SD картата в контролера, след което на следващ етап се визуализират в интернет страница със съдействието на PHP, фиг.4.



Фиг. 4. Експериментални данни достъпни през WEB приложението

## ИЗВОДИ

Raspberry Pi може да работи като опростен и стандартен настолен компютър, изискващ устройства за въвеждане на команди, дисплей за визуализация и разбира се захранване.

Типовите проекти с участието на Raspberry Pi постоянно разширяват своята обширна област на приложение, като се запазва основната идея за достъпност на хардуерните и софтуерните компоненти. При правилно конструирана хардуерна система могат да се тестват различни алгоритми и директно да се получи обратна връзка за функционалността и дали реализирания код е съвместим с идеята. Това е полезно, както за обучение, така и за тестване на проектирани системи.

Проектираното програмно осигуряване работи и се събират данни от сензорите повече от година. Провеждани са експерименти с реални изпълнителни механизми за прозореца и управление на климата и осветлението, за проверка на алгоритмите, но в момента не са свързани към контролера.

Широко използваните библиотеки за Raspberry Pi отговарят напълно и на най-иновативните хрумвания на разработчиците и студентите по време на проектирането.

Допълнителния интерес, който възниква около IoT, допринасяйки за неговото популяризиране, е възможността на реализиран собствено проекти съобразено с конкретни нужди и потребности. По този начин се стимулира иновативното мислене в подрастващите като им се предоставя поле за изява.

Несъмнено, работоспособен софтуерен продукт от тяхната работа, действа мотивиращо на студентите да се ангажират по-активно за дейности в различни проекти.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото научно изследване е реализирано в рамките на договор № 2020-ФНИ-ФЕЕА-02, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

## REFERENCES

Potts, J., & Sukittanon, S. (2012). Exploiting Bluetooth on Android mobile devices for home security application. 2012 Proceedings of IEEE Southeastcon, 1-4.

Johnston, S. & S. Cox (2017). The Raspberry Pi: A Technology Disrupter, and the Enabler of Dreams. Computational Engineering and Design, Faculty of Engineering and the Environment, University of Southampton, Southampton, UK,

Methodology for calculating energy consumption indicators and energy performance of buildings (in Bulgarian)  
<https://www.mrrb.bg/static/media/ups/articles/attachments/476fb01783bb11c266e0601a0cee3a17.pdf>

[http://www.mh.government.bg/media/filer\\_public/2015/04/22/naredba2-ot-5-02-2007g-zdravni-iziskvania-komputarni-internet-zali.rtf](http://www.mh.government.bg/media/filer_public/2015/04/22/naredba2-ot-5-02-2007g-zdravni-iziskvania-komputarni-internet-zali.rtf)

Regulation 7 on the energy efficiency of buildings (in Bulgarian)  
<https://www.mrrb.bg/static/media/ups/articles/attachments/%D0%9D%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B1%D0%B0%207%20%D0%B7%D0%B0%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D0%B0%20%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%20%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8b191b6b8919debd538c09ed26f9c9d25.pdf>

<https://www.comparitech.com/internet-providers/iot-statistics/>