

УДК 004

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРЕБЫВАНИЯ ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ

Иванова Н.А., Кубанских О.В., Карбанович О.В., Махина Н.М., Беднаж В.А.
*ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского», Брянск,
e-mail: ivanova_natala@mail.ru*

Одним из приоритетных направлений развития интернета вещей, как важного и неотъемлемого компонента современной жизни, является «Умный дом». Эта система автоматизированного управления в жилом помещении с удаленным мониторингом позволяет своевременно определять отклонения показаний датчиков от нормы и принимать соответствующие меры. Новые технологии обладают потенциалом для улучшения качества жизни, безопасности и ухода за пожилыми людьми. Статья посвящена описанию разработанной системы мониторинга микроклимата в помещениях пребывания пожилых людей, позволяющей регистрировать показания некоторых параметров окружающей среды. Информеры разработанного приложения дают возможность пользователю получать актуальные сведения в текстовом и графическом формате о состоянии микроклимата и необходимые рекомендации для принятия решений в конкретной ситуации. В случае отклонения входных данных от установленных в системе базисных показателей и выхода их за пределы допустимого коридора значений приложение не только выводит текстовое уведомление на экран, но и сопровождается звуковым сигналом, а также отправляет SMS-сообщение лицу, присматривающему за человеком преклонного возраста. Предлагаемая система позволит расширить возможности и повысить независимость пожилым людям, а также обеспечить душевное спокойствие тем, кто за ними ухаживает.

Ключевые слова: система мониторинга, микроклимат, интернет вещей, концепция «Умный дом», пожилые люди, программное обеспечение

ON THE DESIGN OF A MICROCLIMATE MONITORING SYSTEM IN THE PREMISES OF STAY OF THE ELDERLY

Ivanova N.A., Kubanskikh O.V., Karbanovich O.V., Makhina N.M., Bednazh V.A.
Bryansk State Academician I.G. Petrovskiy University, Bryansk, e-mail: ivanova_natala@mail.ru

One of the priority directions of the development of the Internet of Things, as an important and integral component of modern life, is the "Smart Home". This automated control system in a residential area with remote monitoring allows timely detection of deviations of sensor readings from the norm and taking appropriate measures. New technologies have the potential to improve the quality of life, safety and care of the elderly. The article is devoted to the description of the developed microclimate monitoring system in the premises of the elderly, which allows recording the readings of some environmental parameters. The informers of the developed application enable the user to receive up-to-date information in text and graphic format about the state of the microclimate and the necessary recommendations for making decisions in a specific situation. If the input data deviates from the basic indicators set in the system and they go beyond the acceptable range of values, the application not only displays a text notification on the screen, but is also accompanied by an audible signal, and also sends an SMS message to the person looking after an elderly person. The proposed system will expand the opportunities and increase the independence of older people, as well as provide peace of mind to those who care for them.

Keywords: monitoring system, microclimate, Internet of things, smart home concept, elderly people, software

Современное состояние экономики характеризуется активным развитием цифровых инструментов, которые проникают во все сферы жизни человека. Наибольшей популярностью пользуются такие инструменты цифровой экономики, как блокчейн, интернет вещей, искусственный интеллект. Парадигма интернета вещей (IoT) – это структура, которая позволяет соединять несколько устройств, систем и технологий вместе для выполнения определенных задач, лежащая в основе многих современных концепций, отвечающих за отслеживание и управление состоянием объектов и процессов.

Одним из приоритетных направлений развития интернета вещей является «Умный дом» – технология, которая позволяет

человеку управлять системой, куда входят различные инструменты, повышающие уровень комфорта и безопасности жизни человека. Концепция создания новых жилых пространств подразумевает сочетание социальной среды с новейшими технологиями, которые значительно улучшают качество жизни. Это достигается путем интеграции различных технологий (датчиков, вычислений и т.д.) и смежных областей (информатики, инженерии, медицины и социальных наук), фокусируется на внедрении и применимости таких технологий, при этом основной целью становится поддержка людей, позволяющая им достигать своих повседневных задач.

Возможности технологии «Умного дома» как системы автоматизированного управ-

ления мультимедийными и инженерными инфраструктурами в жилом помещении с удаленным мониторингом и управлением позволяют своевременно определять отклонения показаний датчиков от нормы и принимать соответствующие меры, в том числе оповещать лиц, входящих в группы риска, при ухудшении показаний [1].

Термогигрометрия (температура, относительная влажность), освещение и качество воздуха (уровень углекислого газа) и другие физические показатели вместе с такими параметрами, как метаболическая активность и выполняемые действия, влияют на здоровье и работоспособность человека, особенно преклонного возраста. Люди могут чувствовать себя комфортно, если они находятся в помещениях с соответствующим микроклиматом, но могут испытывать дискомфорт при неадекватных микроклиматических условиях, что может повлечь за собой те или иные нежелательные последствия.

Мониторинг микроклимата работает на основе пассивных датчиков, размещенных по всему периметру дома, которые отправляют сведения о состоянии микроклимата в помещениях пребывания пожилых людей родственникам и/или назначенным ответственным. Услуги мониторинга умного дома для пожилых людей могут обеспечить чувство безопасности для пожилых людей, преимущественно для тех, кто живет один, а также их семей, особенно тех, кто живет на расстоянии от своих родителей.

Системы наблюдения быстро развиваются благодаря технологическим достижениям в области датчиков и устройств, таких как миниатюризация, возможности беспроводной связи, снижение энергопотребления и доступность. Что, в свою очередь, позволяет ненавязчиво заботиться о благополучии и здоровье пожилых родителей. Людям преклонного возраста все сложнее становится контролировать свои действия, которые ранее выполнялись «на автомате». Сюда можно отнести, в частности, выключение газового оборудования (плита, духовой шкаф, обогреватель) и различных электрических приборов (светильники, телевизор, утюг), закрывание окон и дверей, выключение воды и пр. Все эти действия осуществляются автоматически, они очень важны, поскольку способны уберечь человека от возможных неприятностей: потопов, возгораний, разрушений мебели и вещей.

Большинство существующих систем мониторинга микроклимата в помещениях ориентированы на промышленность, рас-

считаны на большие объемы с точки зрения охвата территории и, как правило, имеют высокую стоимость. Что не позволяет человеку пожилого возраста приобрести ни один из имеющихся на рынке программных решений вариантов. Создание мобильного приложения, позволяющего оперативно контролировать и оповещать о важных показателях состояния микроклимата в жилых помещениях является целью данного исследования.

Материалы и методы исследования










При разработке учтены положения Единой системы программной документации ГОСТ 19.201-78 [2] и требования к эргономике пользовательских интерфейсов ГОСТ Р ИСО 14915-3-2016 [3]. Для комфортной работы пользователя пожилого возраста были учтены несколько важных факторов при разработке приложения:

- минимальный уровень навыков работы с мобильным телефоном,
- простой и понятный интерфейс в минималистичном стиле без лишних «украшательств» и едином цветовом решении с возможностью смены режима (день/ночь),
- меню с легко распознаваемыми иконками (таблица),
- пояснительные рекомендации о действии того или иного управляющего элемента интерфейсной части в информационном блоке,
- доступ пользователя к необходимым сведениям не более чем за один клик,
- сведения о текущих показаниях представлены информативно и содержательно,
- звуковые оповещения о критических показаниях,
- представление поступающей информации в виде графиков для визуализации и анализа получаемых сведений.

Проект был написан на языке программирования C# с использованием реализованных на языке C++ библиотек для обеспечения взаимодействия с микроконтроллером Arduino и интегрированная среда Arduino IDE с широким набором возможностей (в том числе встроенный редактор кода и средства отладки).

Для создания интерфейса приложения использовалась среда Microsoft Visual Studio 2022, позволяющая значительно упростить разработку реализации GUI. В проекте были задействованы только самые необходимые компоненты. Дополнительно была подключена внешняя библиотека MaterialSkin.2 для формирования настроек параметров интерфейсной части приложения.

Соответствие пунктов меню реализованным функциям

Пункт меню	Выполняемое действие
	Подключение / отключение
	Переход на главную страницу / Представление краткой информации
	Предоставление сведений о содержании углекислого газа в воздухе и рекомендации
	Предоставление сведений о температуре воздуха в помещении и рекомендации
	Предоставление сведений о влажности воздуха в помещении и рекомендации
	Предоставление сведений о содержании микрочастиц пыли в помещении и рекомендации
	Предоставление сведений об освещенности помещения и рекомендации
	Предоставление сведений об уровне звука в помещении и рекомендации
	Настройка параметров, в том числе включение режима светлый/темный

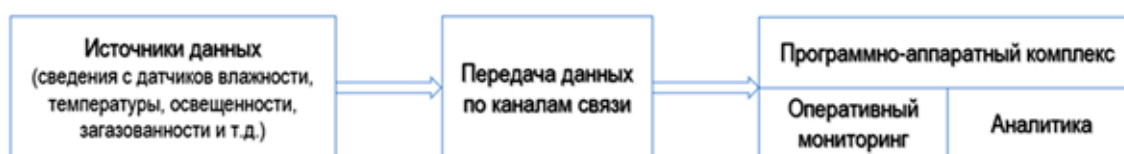


Рис. 1. Элементная база системы мониторинга

Цветовая гамма подобрана таким образом, чтобы не отвлекать и не перегружать пользователя: насыщенный синевато-зеленый #00695C и зеленый орел #004953 (блок меню и элементы управления), дымчато-белый #F2F2F2 (рабочая зона), глубокий пурпурный #3D1A55 (выделяемые элементы). Подобранные цвета хорошо сочетаются друг с другом и подходят для большинства пользователей [4].

Для обеспечения комфортной работы в темное время суток приложение предусматривает изменение цветового режима со светлого на темный. Реализация перехода с одного режима на другой выполнена с использованием библиотеки MaterialSkin.2 и достигается за счет инверсивной замены цвета.

Построение предлагаемого решения включает в себя следующую элементную базу: аппаратная часть (комбинация измерительных устройств для считывания раз-

личных показателей), технологии передачи данных, программная часть для сбора, обработки и анализа поступающей информации (рис. 1).

Аппаратная часть включает в себя плату Arduino Uno, средства съема показаний, обеспечивающие поступление первичных данных (датчики MH-Z19B углекислого газа, GP2Y10110AU0F-SHARP пыли, DHT 22 температуры и влажности, ВНТ-1750 освещенности, LM933 звука) и дополнительные материалы, в том числе соединительные провода типа F-F и M-M, резистор номиналом 150 Ом и конденсатор номиналом 220 мкФ (рис. 2). Передача показаний осуществляется с помощью Wi-Fi модуля [5].

Полноразмерная плата Arduino Uno и ее технические характеристики считаются предпочтительными для большинства проектов, поскольку при необходимости ее можно расширить дополнительными платами.

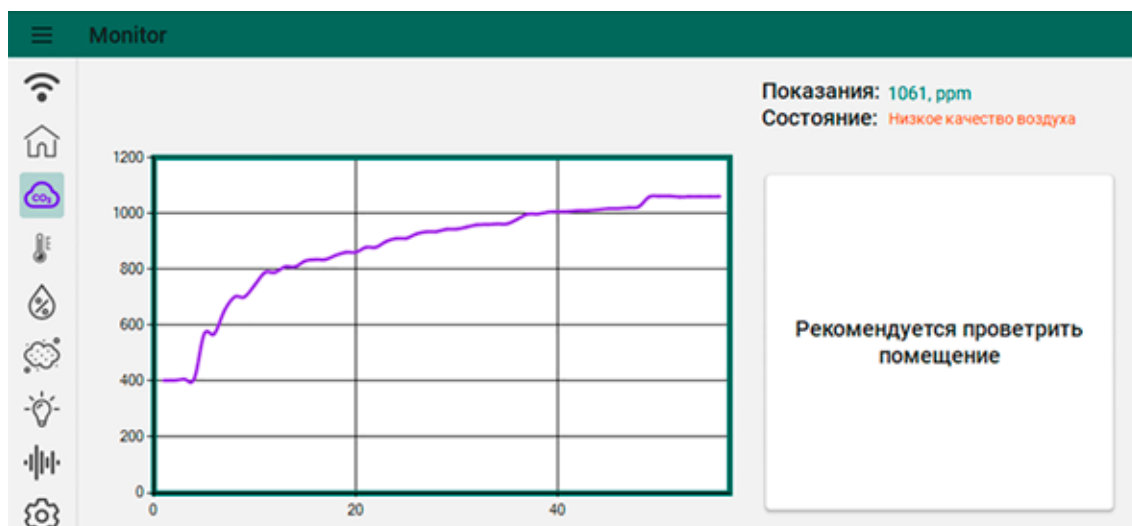


Рис. 4. Сведения об уровне углекислого газа

Представление информации о каждом из фиксируемых показателей пользователь может получить, нажав на соответствующую иконку меню приложения (таблица). Например, при переходе на вкладку «Углекислый газ» будет отображен график фиксации показателей в режиме реального времени, оценено текущее состояние и даны рекомендации (рис. 4).

Временные интервалы отображены на оси абсцисс с момента начала фиксации данных соответствующими измерителями до текущего момента. По оси ординат расположены значения от нулевого до максимального считывания.

Получаемые сведения и отображаемые рекомендации информируют о шагах, которые необходимо предпринять. Окончательные решения по реагированию на полученные сведения принимаются непосредственно пользователем (например, самостоятельно проветрить комнату) или человеком, курирующим пенсионеров (удаленно вызвать скорую помощь или врача на дом). Всё это позволит снизить уровень тревожности как у пожилых людей, так и у членов их семей.

Разработанная система позволит расширить возможности и повысить независимость пожилым людям, а также обеспечить душевное спокойствие тем, кто за ними ухаживает.

Можно выделить еще одну, несомненно, положительную сторону данного проекта – свободный доступ для скачивания и распространение разработанной системы мониторинга будет осуществляться по лицензии GNU GPL (бесплатно), что является неоспоримым преимуществом для пожилых людей и их семей.

К возможным перспективам для развития приложения можно отнести увеличение количества датчиков для получения большей информации о состоянии микроклимата, например добавить датчик атмосферного давления, создание мобильного приложения-ассистента (чат-бота), а также реализацию дополнительных оповещений, например сообщений по электронной почте и/или в мессенджеры.

Масштабировать и расширить возможности приложения можно за счет добавления дополнительных функциональных блоков, организовав, например, накопление получаемой информации на внешнем ресурсе (база данных на сервере и/или в облачном хранилище) для отслеживания динамики, последующей статистической обработки и анализа с применением концепций искусственного интеллекта. Кроме того, система может быть улучшена за счет применения алгоритмов машинного обучения для прогнозирования ситуаций на основе хранящихся сведений.

Заключение

Растущее распространение использования мобильных приложений во всем мире сделало удобство использования мобильных приложений новой областью исследований. Разработка приложений является сложной задачей, потому что у каждого приложения есть своя цель, а у каждого пользователя есть свои потребности и ожидания от приложения. В рамках проведенного исследования была подтверждена практическая значимость разработанного функционального варианта постоянного долгосрочного мониторинга микроклимата в местах проживания

пожилых людей и людей с ограниченными возможностями в режиме реального времени. Описанное авторами проектное решение будет способствовать организации текущего контроля и, как следствие, уменьшать угрозы появления непредвиденных критических ситуаций.

Список литературы

1. Liu L., Stroulia E., Nikolaidis I., Miguel-Cruz A., Rios Rincon A. Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: a systematic review. *Int J Med Inform.* 2016. No. 91. P. 44–59. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2016.04.007. S1386-5056(16)30064-8.
2. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. М.: Стандартинформ, 2010. 4 с.
3. ГОСТ Р ИСО 14915-3-2016 Эргономика мультимедийных пользовательских интерфейсов. М.: Стандартинформ, 2016. 48 с.
4. Wong C.Y., Ibrahim R., Hamid T.A., Mansor E.I. Usability and design issues of smartphone user interface and mobile apps for older adults. In *Proceedings of the International Conference on User Science and Engineering*, Puchong, Malaysia, 28–30 August 2018. P. 93–104.
5. Иванова Н.А., Елисеева Е.В. Беспроводные сенсорные сети как средство обеспечения мониторинга и управления в технологии «Умный дом» // Университет на пути к новому качеству науки и образования: Национальная научно-практическая конференция с международным участием (Брянск, 24 сентября 2020 г.). Брянск: Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2020. С. 456–461.
6. ГОСТ 30494-2011 Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартинформ, 2011. 16 с.
7. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Официальный интернет-портал правовой информации. N 0001202102050027. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 17.12.2022).