

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ЭЛЕКТРОННОМ МОДУЛЕ МОНИТОРА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

Кузюк А.Ю., Рыбаков Д.Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Проведено моделирование тепловых процессов, протекающих в электронном модуле монитора качества воздуха. Экспериментально установлен самый нагреваемый элемент в данном устройстве. Предложен наиболее эффективный режим охлаждения устройства.

Ключевые слова: моделирование, плата печатная, тепловые процессы, электронный модуль

Введение. Монитор качества воздуха – это устройство, которое обеспечивает измерение взвешенных в воздухе частиц PM1.0, PM2.5 и PM10 с помощью лазерного датчика, а также производит газоанализ на частицы формальдегида и других органических летучих веществ [1].

В статье представлено моделирование тепловых процессов в электронном модуле монитора качества воздуха, результат которого помогает принять решение о применении или неприменении в конструкции принудительного охлаждения.

Основная часть. Для эффективного моделирования охлаждения теплонагруженных элементов устройства целесообразно выполнить следующие 6 этапов:

1. Зададим цель моделирования, достижение которой направлено на обоснование необходимости применения или неприменения дополнительного охлаждения в конструкции устройства.

2. Построим концептуальную модель, которая необходима для выявления уровня определяющего замысла, который формируется при изучении моделируемого объекта. На этом этапе исследуется объект, устанавливаются необходимые упрощения и аппроксимации. Также устанавливаются единицы измерения и диапазоны изменения переменных модели. Результатом второго этапа является обобщенная схема модели. В нашем случае результатом является схема электрическая принципиальная (рисунок 1).

3. Подберём среду моделирования тепловых процессов. В нашем случае для моделирования тепловых процессов выбрана среда *SolidWorks Simulation*.

4. Произведем планирование эксперимента. Строится модель для проведения эксперимента. В ходе моделирования пренебрегаем некоторыми элементами, наличие которых не влияет на результат эксперимента, при этом упрощая модель. Температурные экстремумы устройства определяются как климатическими, так и внутренними источниками тепла, поэтому необходимо учитывать суммарный эффект от воздействия всех источников тепла. Согласно ГОСТ 15150-69 в соответствии с климатическим исполнением УХЛ 4.2 предельная рабочая температура воздуха при эксплуатации устройства составляет 40°С [2].

5. Выполним непосредственно сам эксперимент с моделью. Так как моделирование является имитационным, модели реализуем с помощью программного обеспечения с фиксацией и дальнейшей обработкой полученных данных. Вариант закрепления печатной платы устройства – по четырём углам за крепёжные отверстия. Моделирование тепловых процессов, протекающих в модуле, включает в себя следующие этапы:

- разработка упрощенной модели в *SolidWorks*;
- назначение материала печатной платы и элементов [3, 4];

- задание граничных условий для модели (места крепления печатной платы, температура окружающей среды, мощность рассеивания элементов, конвекция);
- построение сетки конечных элементов [5, 6];
- получение результатов моделирование тепловых процессов.

6. Произведем обработку и анализ данных эксперимента. В соответствии с целью моделирования применяются разнообразные методы обработки: определение разного рода характеристик случайных величин и процессов.

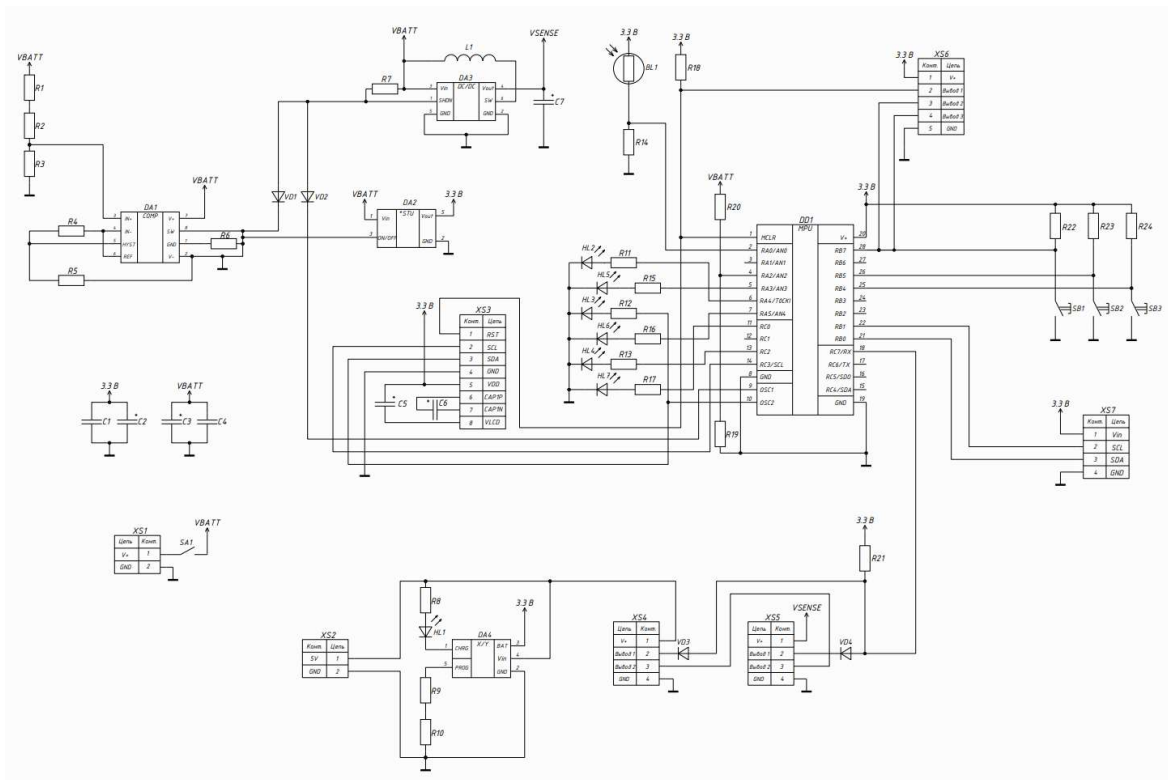


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная монитора качества воздуха

В результате моделирования тепловых процессов были получены максимальные значения температур нагрева элементов. Результаты моделирования представлены на рисунках 2 и 3.

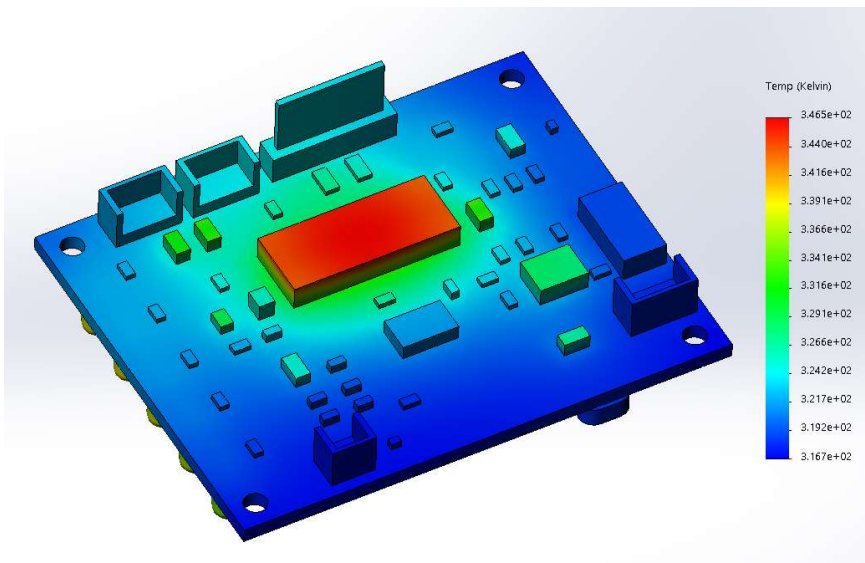


Рисунок 2 – Температурная картина поля лицевой стороны печатной платы

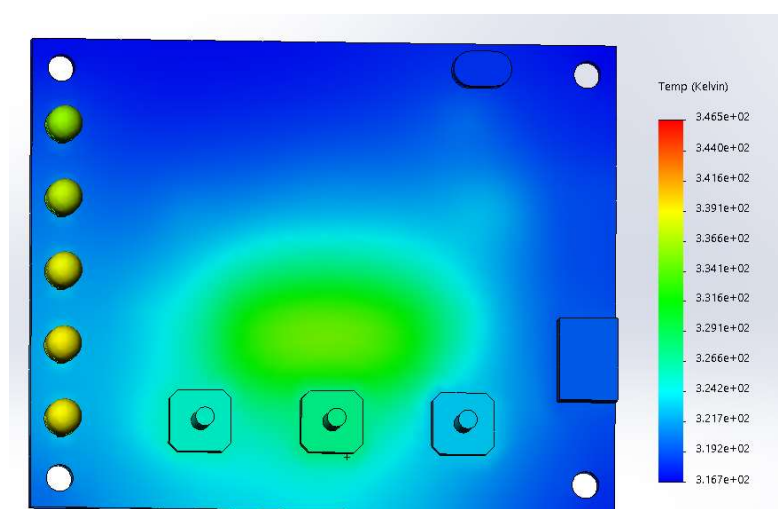


Рисунок 3 – Температурная картина поля задней стороны печатной платы

В результате моделирования наиболее нагреваемым элементом при максимальной нагрузке оказался микроконтроллер с рассеиваемой мощностью 10 Вт, температура которого составила 346 К. Полученное значение попадает в диапазон рабочей температуры элемента (358 К). Из чего можно сделать вывод, что электронному модулю монитора качества воздуха дополнительное охлаждение не требуется.

Заключение. Выполнено моделирование тепловых процессов, протекающих в электронном модуле монитора качества воздуха, обработаны и проанализированы результаты. Установлено, что по результатам моделирования самым нагреваемым элементом в электронном модуле является микроконтроллер, который при моделировании не превышал свою рабочую температуру. Дополнительное охлаждение устройства не требуется.

Список литературы

1. Labbe, L. *Portable, Stand-Alone Air Quality Display* // *Elektor*. – 2021. – №7-8. – С.86-87.
2. ГОСТ 15150–69. *Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.* – Введ. 1971-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – 58 с.
3. *Радиоэлектронная аппаратура и основы ее конструкторского проектирования: учебно-методическое пособие для студентов спец. «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» и «Проектирование и производство РЭС»* / Н. И. Каленкович [и др.]. – М.: БГУИР, 2008. – 200 с.
4. Пирогова, Е.В. *Проектирование и технология печатных плат: учебник* / Е.В. Пирогова. – М.: Изд-во ФОРУМ, 2005. – 560 с.
5. Романовский, П.С. *Оптимизация теплового режима приемно-передающего устройства по результатам моделирования тепловых процессов в среде SOLIDWORKS FLOW SIMULATION* / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев, П.С. Романовский, А.А. Стануль // *Znanstvena misel journal*. – 2019. – VOL.1 № 35. – С. 47–60.
6. Алексеев, В.Ф. *Обзор методов компьютерного проектирования силовых интегральных микросхем в условиях воздействия электростатического разряда* / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, А.Д. Сыс // *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives: II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform.* – Vilnius, 2021. – P. 114–116. – DOI: <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.

UDC 621.382.2/.3-046.47

MODELING OF HEAT PROCESSES OCCURING IN ELECTRONIC MODULE OF AIR QUALITY MONITOR

Kuziuk A.Y., Rybakov D.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ICSD

Annotation. The modeling of thermal processes occurring in the electronic module of the air quality monitor was carried out. The most heated element in the electronic module of the device has been identified. The cooling mode of the device is substantiated.

Keywords: modeling, heat processes, electronic module, printed circuit board