

УДК 621.396.6

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА СРЕДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

В.Ф. АЛЕКСЕЕВ, Д.В. ЛИХАЧЕВСКИЙ, Г.А. ПИСКУН

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

**Аннотация.** Рассмотрена разработанная авторами программа для реализации процесса оценки теплового режима средства медицинской электроники, позволяющая еще на ранней стадии проектирования выполнить необходимые расчеты, которые будут учтены на более поздних стадиях проектирования.

**Ключевые слова:** тепловой режим, стадии проектирования, программная реализация, средство медицинской электроники.

**Abstract.** A program developed by the authors for the implementation of the process of assessing the thermal regime of a medical electronics tool is considered, which allows performing the necessary calculations at an early design stage, which will be taken into account at later design stages.

**Keywords:** thermal regime, design stages, software implementation, means of medical electronics.

**Введение**

Проблема обеспечения тепловых режимов средств медицинской электроники (СМЭ) привлекает серьезное внимание специалистов, занимающихся проектированием, как отдельных электронных модулей, так и всего устройства в целом. Установлено, что до 80% полезного сигнала превращается в тепловую форму энергии, что является нежелательным физическим процессом. В то же время каждое изделие электронной техники (ИЭТ) сохраняет свои рабочие параметры при условии, что их температура не превышает определенной величины, характерной для данного элемента. В противном случае ИЭТ или необратимо изменяет свои свойства, или совсем выходит из строя. Таким образом, конструкция СМЭ во многом определяется его тепловым режимом, так как последний диктует выбор системы охлаждения и габариты устройства [1-6].

В статье рассматривается подход к автоматизации выбора способа охлаждения на ранней стадии проектирования и расчета тепловых параметров конструкций СМЭ.

**Обоснование необходимости оценки теплового режима**

По целому ряду причин вопрос обеспечения теплового режима является одним из главных при проектировании СМЭ [2-6]. К числу таких причин можно отнести следующие:

- коэффициент нагрузки ИЭТ, как правило, невелик, и большая часть потребляемой от источников питания энергии превращается в тепловую энергию, что может привести к перегреву элемента и аппаратуры в целом;
- комплексная миниатюризация СМЭ приводит к значительному росту удельной мощности тепловыделения, что вызывает существенные локальные перегревы;
- отсутствие на ранней стадии проектирования достоверной информации о необходимости защиты аппаратуры от нежелательных тепловых процессов может в дальнейшем привести к необходимости полной переработки конструкторской документации и корректировке задания на проектирование.

В подавляющем большинстве случаев увеличение тепловой нагрузки на  $10^0$  приводит к снижению надежности СМЭ от 10 до 50%. В общем случае под тепловым режимом понимают пространственно-временное распределение температуры внутри и на поверхности изделия, обусловленное внутренними и внешними источниками тепла.

Особенности теплофизического конструирования СМЭ закладываются на ранней стадии проектирования. Созданы специальные методики, позволяющие оценивать тепловые характеристики конструкции и выбирать системы охлаждения, располагая минимумом информации, имеющейся в техническом задании (ТЗ) [2, 3, 5, 6].

К числу необходимых сведений для проведения оценок относятся:

- суммарная мощность  $P$ , рассеиваемая в блоке;
- диапазон изменения температур окружающей среды;
- пределы изменения давления окружающей среды;
- время непрерывной работы;
- допустимые температуры элементов.

Большинство этих сведений определяются требованиями ТЗ на проектирование или особенностями разработанной электрической схемы (КПД устройства, элементная база и т.д.).

Методика выбора способа охлаждения, а также оценки тепловых режимов достаточно хорошо представлена в [1, 4, 5, 6]. На базе данных методик было разработано программное средство (ПС, приложение) для расчета тепловых параметров проектируемого электронного средства.

### **Проектирование и разработка прикладного программного обеспечения для расчета тепловых параметров при проектировании СМЭ**

Проектирование архитектуры приложения является важным этапом при разработке любого программного средства. Архитектура приложения – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набору структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых компонуется система.

Разработанное программное средство реализовано на языке *Java*, разделенное на несколько независимых структурных частей. Архитектура приложения построена по стандартному для такого вида программного обеспечения шаблону *MVC* [5, 6].

Данная схема проектирования часто используется для построения архитектурного каркаса, когда переходят от теории к реализации в конкретной предметной области, что является оптимальным решением для данного вида проекта.

Как представление, так и контроллер зависят от модели. Однако модель не зависит ни от представления, ни от контроллера. Тем самым достигается назначение такого разделения: оно позволяет строить модель независимо от визуального представления, а также создавать несколько различных представлений для одной модели.

Для реализации схемы *Model-View-Controller* используется достаточно большое число шаблонов проектирования (в зависимости от сложности архитектурного решения), основные из которых «наблюдатель», «стратегия», «компоновщик».

Моделью в приложении являются классы, интерфейсы и перечисления, содержащие в себе формулы и алгоритмы для расчетов, а также составные компоненты для хранения и передачи данных между слоями приложения.

Приложение разбивается на слои. Каждый слой располагается в своих пакетах, а взаимодействие между слоями происходит посредством интерфейсов. Использование интерфейсов обеспечивает контроль над управлением слоями и обеспечивает слабую связанность кода. Построенные на интерфейсах приложения обеспечивают гибкую расширяемость приложения. Т.к. каркас приложения остается неизменным, можно легко модифицировать нужные части кода.

В приложении реализована возможность генерации отчетов по результатам расчетов в виде *Word* файлов. Для этого реализуется расширяемая библиотека для работы с документами, имеющими расширение *\*.docx*. Так как данные файлы являются архивами, состоящими из ряда файлов, таких как: изображения, текст, файл описания расположения и др., то есть возможность самим сгенерировать подобный файл.

В разработанном ПС реализован следующий алгоритм механизма генерации отчетов:

- на вход подается файл, содержащий в себе ключевые слова, которые необходимо заметить данными, полученными в результате расчетов программы;
- данный документ считывается. Сканируется на наличие ключевых слов. При нахождении их, определяет являются ли они таблицами или нет;
- найденные ключи заполняются значениями из программы;
- файл повторно сканируется и при нахождении ключей, заменяет их соответствующими данными. После этого файл возвращается пользователю и автоматически открывается.

Стартовое окно разрабатываемого приложения изображено на рис. 1.

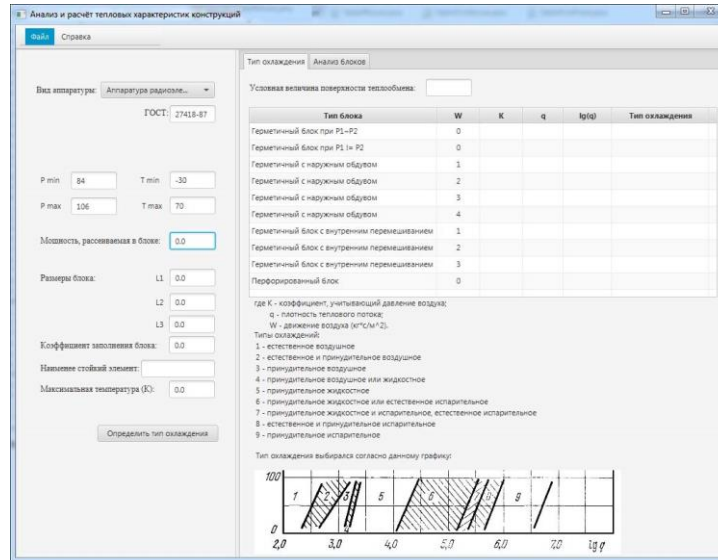


Рис. 1. Основное окно приложения

В данном окне пользователь имеет возможность ввести необходимые данные для расчетов тепловых характеристик проектируемой конструкции РЭС. Приложение имеет ряд вкладок, каждая из которых служит для отображения соответствующей информации в них.

Для определения в какой части графика располагается рассчитанная координата, использовался алгоритм, согласно которому каждый отрезок задавался соответствующими координатами. Далее рассчитывалось минимальное расстояние до одного из отрезков. И на последней стадии определялось положение точки: слева или справа от отрезка.

На рис. 2 показаны результаты оценки теплового режима СМЭ на ранней стадии проектирования. По полученных данным пользователь выбирает блок, по которому хочет рассчитать основные характеристики. Важно заметить, что данная вкладка будет актуальна, только при естественном и принудительном воздушном охлаждениях.

Вкладки для расчетов характеристик блоков и выбора необходимого корпуса, активны только в случае второго типа охлаждения (естественное или принудительное). Это реализовано для того, чтобы пользователю было предоставлена только актуальная информация для его случая.

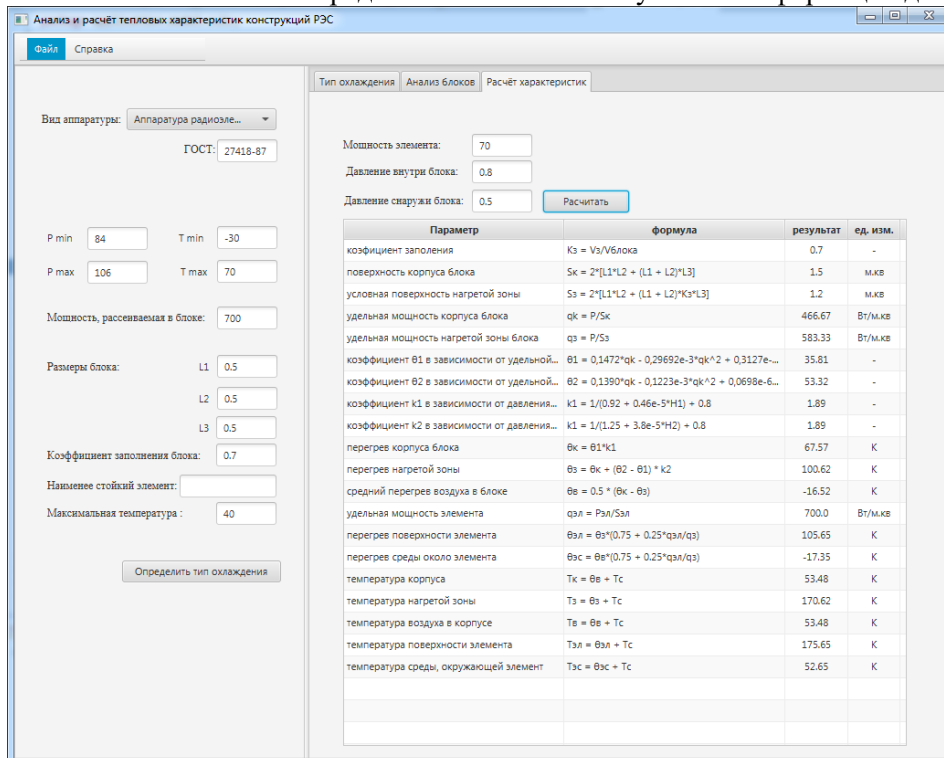


Рис. 2. Окно с результатами расчета

Таким образом, пользовательский интерфейс реализован интуитивно понятным и простым. Для работы с программой никаких дополнительных знаний не требуется.

#### Заключение

Разработано программное средство, позволяющее еще на ранней стадии проектирования выполнить оценку теплового режима средства медицинской электроники. В дальнейшем данные результаты будут учтены разработчиками, что позволит значительно снизить себестоимость продукции.

#### Список литературы

1. Роткоп, Л.Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА / Л.Л. Роткоп, Ю.Е. Спокойный – М. : Советское радио, 1976. – 232 с.
2. Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 1. / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 204 с. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 204 с.
3. Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 2. / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 204 с. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 224 с.
4. Конструирование и технология электронных систем : пособие к курсовому проектированию для студ. спец. «Электронно-оптические системы и технологии» всех форм обуч. / А.А. Костюкевич, В.М. Бондарик, А.П. Достанко, В.Ф.Алексеев. – Минск : БГУИР, 2011. – 119 с.
5. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 2 : Исследование физических процессов в конструкциях РЭС : пособие / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, И. Н. Богатко. – Минск : БГУИР, 2017. – 74 с. : ил.
6. Программное обеспечение инженерного моделирования физических процессов. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 1 : Тепловые режимы работы и защиты конструкций РЭС от механических воздействий : пособие / В. Ф. Алексеев, И. Н. Богатко, Г. А. Пискун. – Минск : БГУИР, 2017. – 124 с.

УДК 551.508

#### СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АЭРОЗОЛЕЙ

М.М.КУТЕЙКО<sup>1</sup>, С.А. ЛЫСЕНКО<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Б

Разработан способ определения фракционных концентраций атмосферного аэрозоля  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $PM_{>10}$  на основе измерения спектральных значений коэффициентов рассеяния под углами. Оценена эффективность и точностные характеристики предлагаемого метода. Показана возможность создания простого экспресс-анализатора аэрозольных загрязнений окружающей среды, возможности создания автоматизированной системы непрерывного мониторинга городского воздуха, воздуха в помещениях

*Ключевые слова:* атмосферный аэрозоль, микрофизические параметры аэрозоля, оптические характеристики, регрессионные соотношения.

#### Введение

В настоящее время вопросы экологии остро стоят перед жителями всех крупных городов и районов с развитой промышленной деятельностью и интенсивным автотранспортным движением. Результаты многочисленных эпидемиологических исследований однозначно указывают на взаимосвязь загрязнения воздуха с уровнем сердечнососудистых и респираторных заболеваний у населения. Серьезную угрозу для здоровья человека представляют взвешенные в воздухе аэрозольные частицы и в первую очередь мелкодисперсные (респирабельные) частицы, способные глубоко проникать в органы дыхательной системы человека и накапливаться в легких (вливая тем самым на поступление вредных веществ в кровь). Согласно Американским и Европейским стандартам по качеству атмосферного воздуха в качестве индикаторов респирабельных частиц используются массовые концентрации  $PM_x$  частиц с аэродинамическим диаметром  $x \leq X$ , где  $X = 1,0; 2,5$  и  $10$  мкм.