

Джалалов Андрей Алексеевич
Группа 17СН1С

**Направление 09.05.01 Применение и эксплуатация автоматизированных систем
Специального назначения**

**Программный комплекс анализа и синтеза
теплонагруженных конструкций на этапе
проектирования**

**Руководитель ВКР д.т.н.
профессор Курносков В.Е.**

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСЛЕДОВАНИЙ

Новые информационные технологии и конкурентные направления по созданию программных средств и изделий, решению актуальных задач теории и практики.

Возможность решения значимых практических задач:

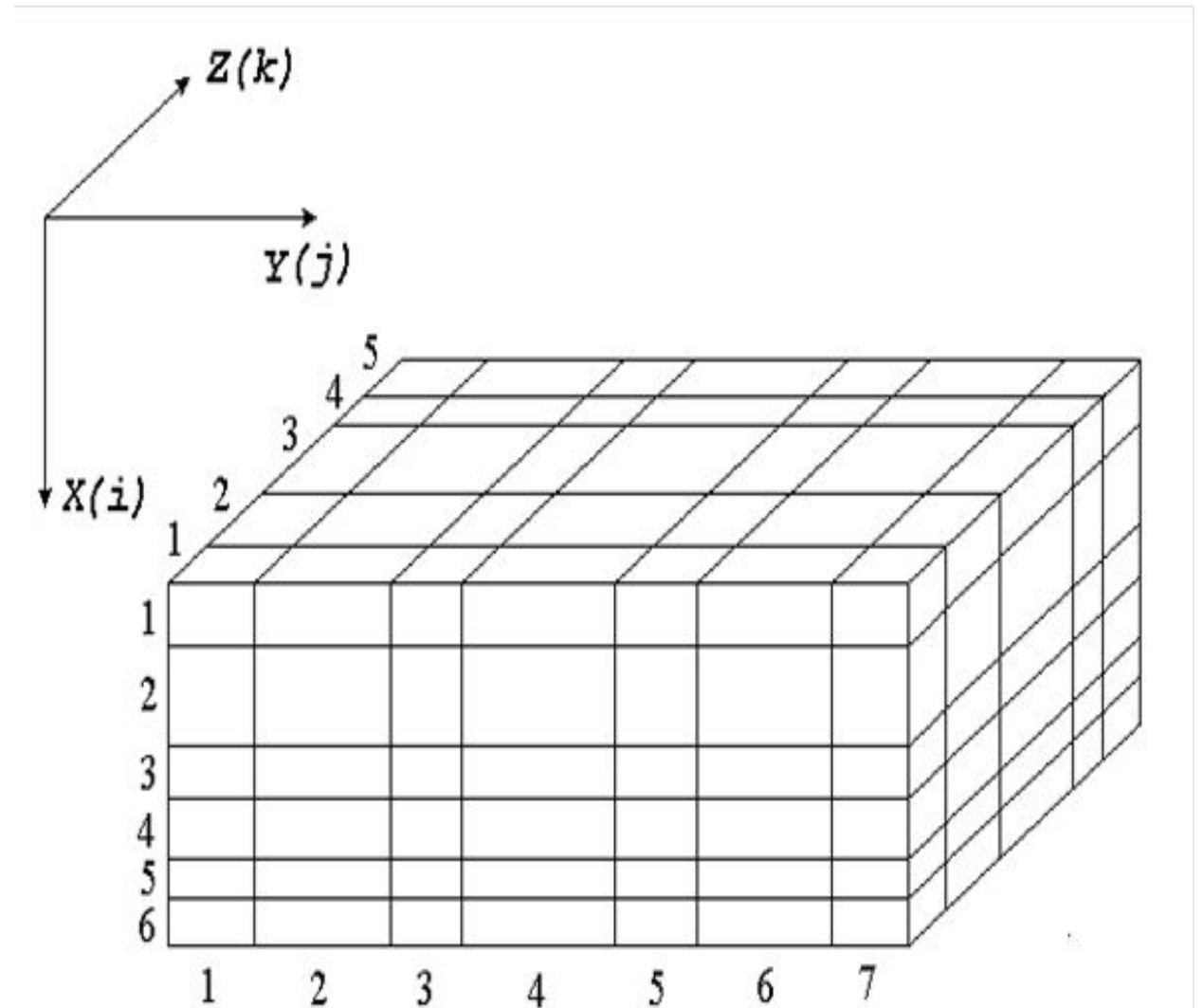
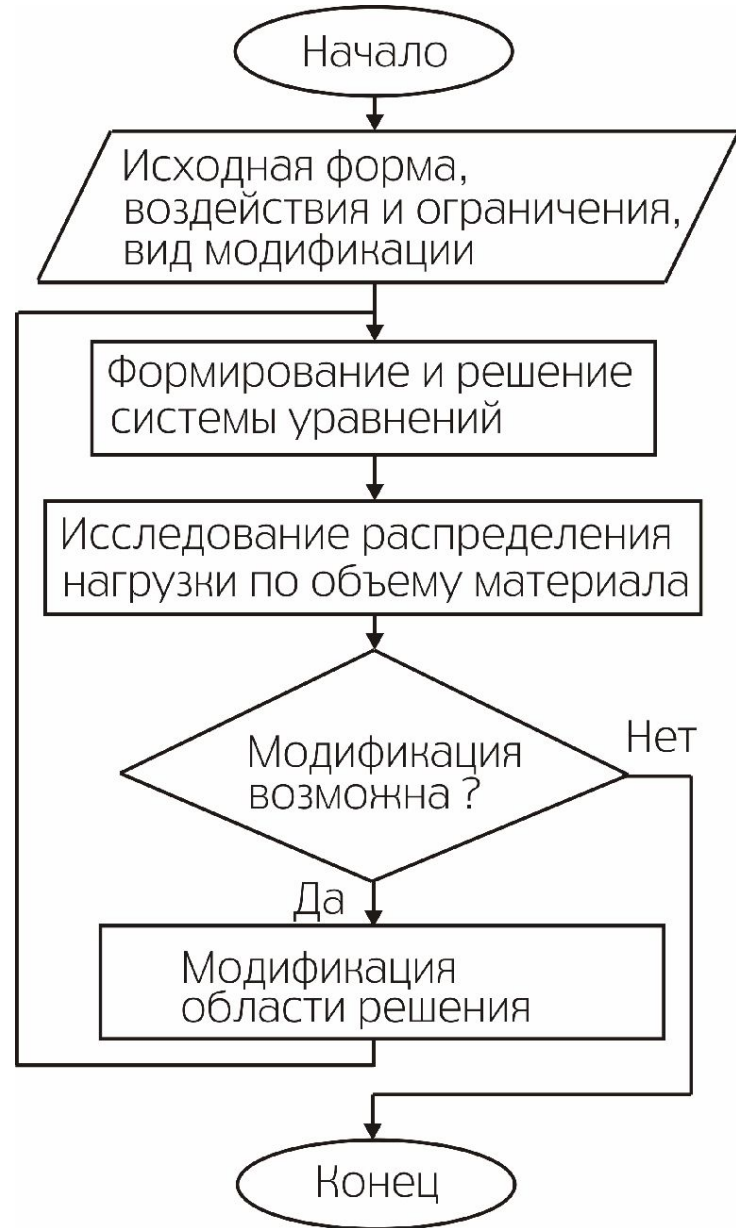
- снижение материалоемкости элементов, несущих механическую или тепловую нагрузку за счет вычисления (синтеза) более совершенных конструкций;
- создание систем проектирования, позволяющих реализовать процедуры автоматического совершенствования конструкций по результатам многократного автоматического исследования их состояния при различных воздействиях
- импортозамещение программных продуктов поддержки проектирования наукоемких изделий

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

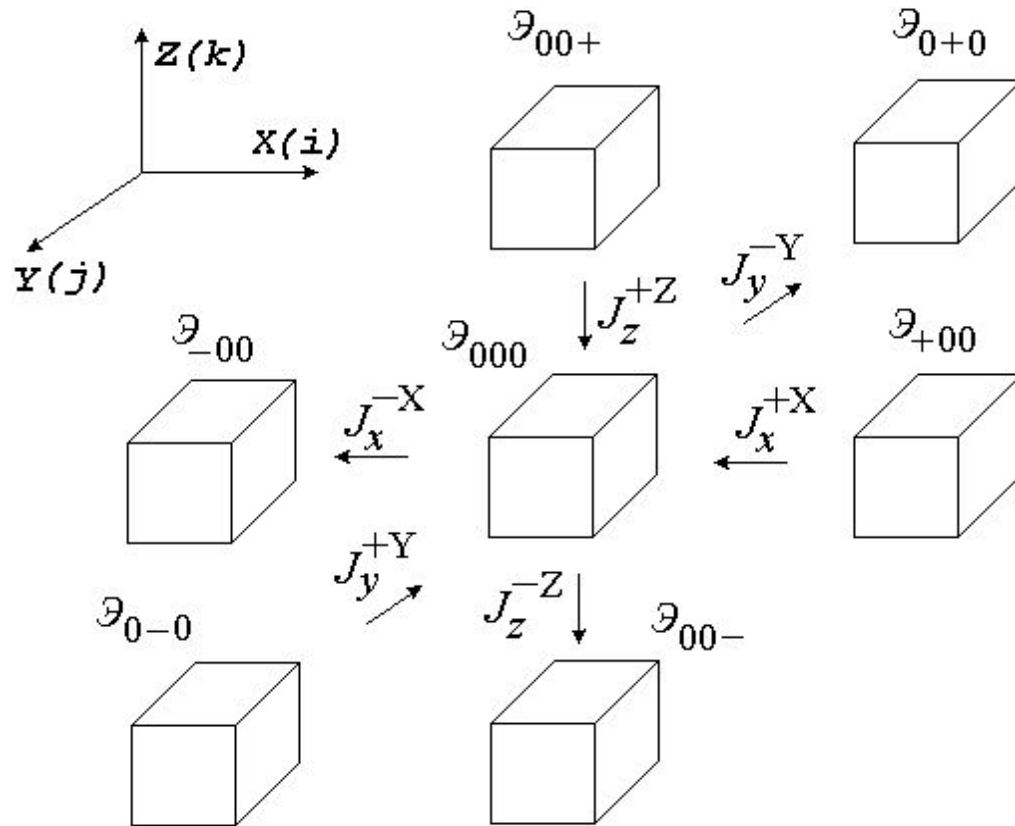
Целью работы является создание программно-методического комплекса проектирования теплонагруженных конструкций и обучения численным методам.

Разрабатываемый программный комплекс позволяет вычислять температурное поле конструкции заданной конфигурации. Вычисления основаны на модели области проектирования, в которой строится краевая задача. Область проектирования есть область пространства, в котором выделены элементы объема. Условия разбиения пространства на элементы объема удовлетворяют требованиям метода конечных разностей. Такое представление обеспечивает возможность автоматической модификации области решения, которая формируется в области проектирования.

Область проектирования и алгоритм решения



Автоматическое формирование системы разрешающих уравнений



Для каждого узла (пересечения линий сетки) формируется два уравнения, если к нему прилегает хотя бы один элемент объема, заполненный материалом. Уравнения для всех таких узлов и являются системой разрешающих уравнений, позволяющих решить задачу автоматического исследования конструкции.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ АЛГЕБРЫ ВЫБОРА И МЕТОДА КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ ПРИ ЗАДАННОМ ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Логико-алгебраические модели на основе импликативной алгебры выбора

$$z_1 = \wedge_I(y_1, y_2) = y_1 I(\alpha_2 - \alpha_1) + y_2 I(\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$z_2 = \vee_I(y_1, y_2) = y_1 I(\alpha_1 - \alpha_2) + y_2 I(\alpha_2 - \alpha_1)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right)$$

Уравнение теплового баланса бесконечно малого внутреннего элемента объёма материала

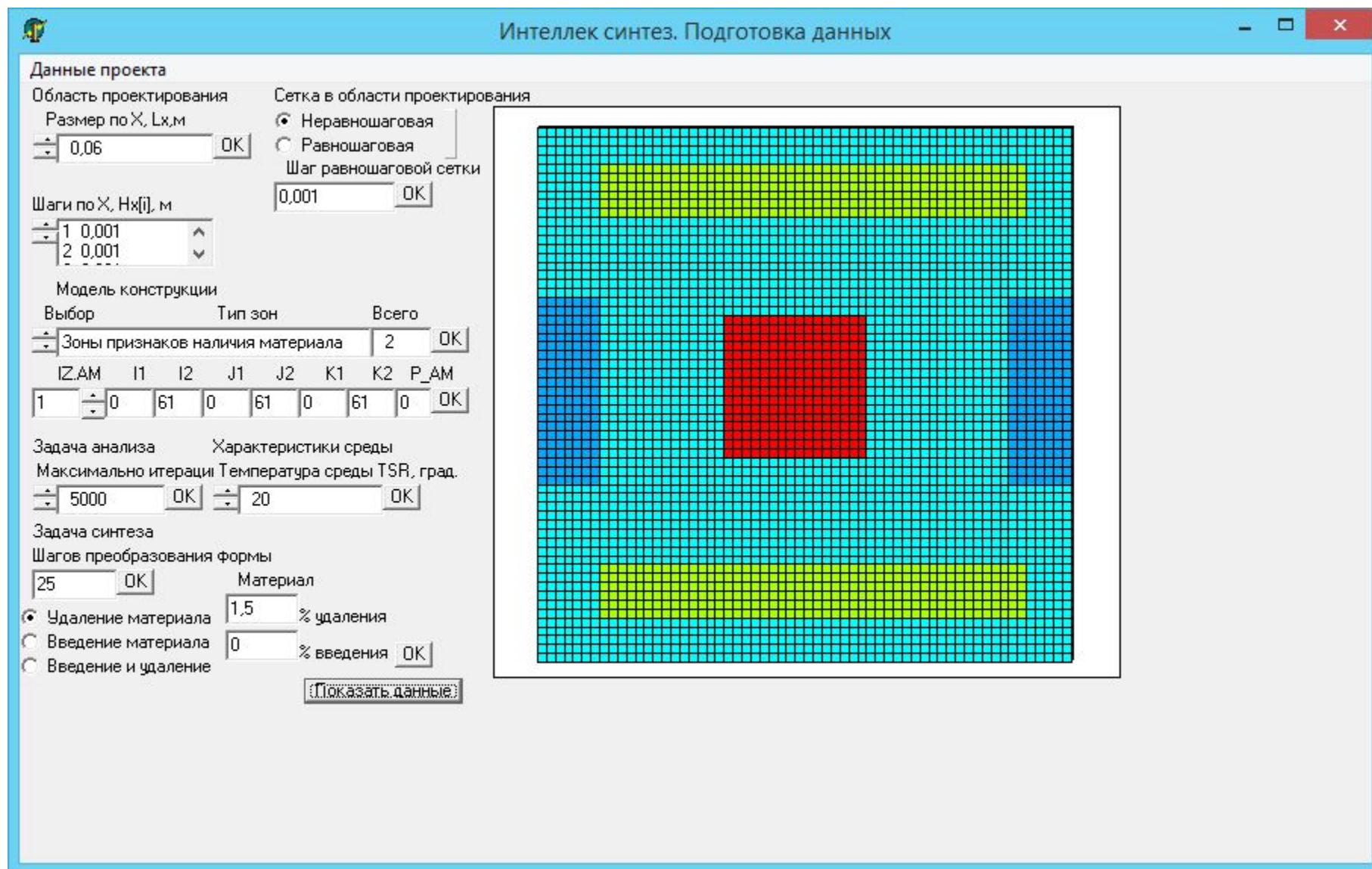
Вид уравнений для текущего (произвольного) узла

$$\alpha^{000} \left(\begin{aligned} & \frac{\alpha^{+00} J^{+X} - \alpha^{-00} J^{-X}}{h_x^0} + \frac{\alpha^{0+0} J^{+Y} - \alpha^{0-0} J^{-Y}}{h_y^0} + \\ & + \frac{\alpha^{00+} J^{+Z} - \alpha^{00-} J^{-Z}}{h_z^0} + \frac{\alpha_T^{000} Q_\vartheta^{000}}{h_x^0 h_y^0 h_z^0 \tau} + \\ & + \frac{\bar{\alpha}^{+00} J_s^{+X} - \bar{\alpha}^{-00} J_s^{-X}}{h_x^0} + \frac{\bar{\alpha}^{0+0} J_s^{+Y} - \bar{\alpha}^{0-0} J_s^{-Y}}{h_y^0} + \\ & + \frac{\bar{\alpha}^{00+} J_s^{+Z} - \bar{\alpha}^{00-} J_s^{-Z}}{h_z^0} \end{aligned} \right) = \frac{\alpha^{000} \alpha_d^{000} C_\vartheta^{000} (\theta_{t+\tau}^{000} - \theta_t^{000})}{h_x^0 h_y^0 h_z^0 \tau}.$$

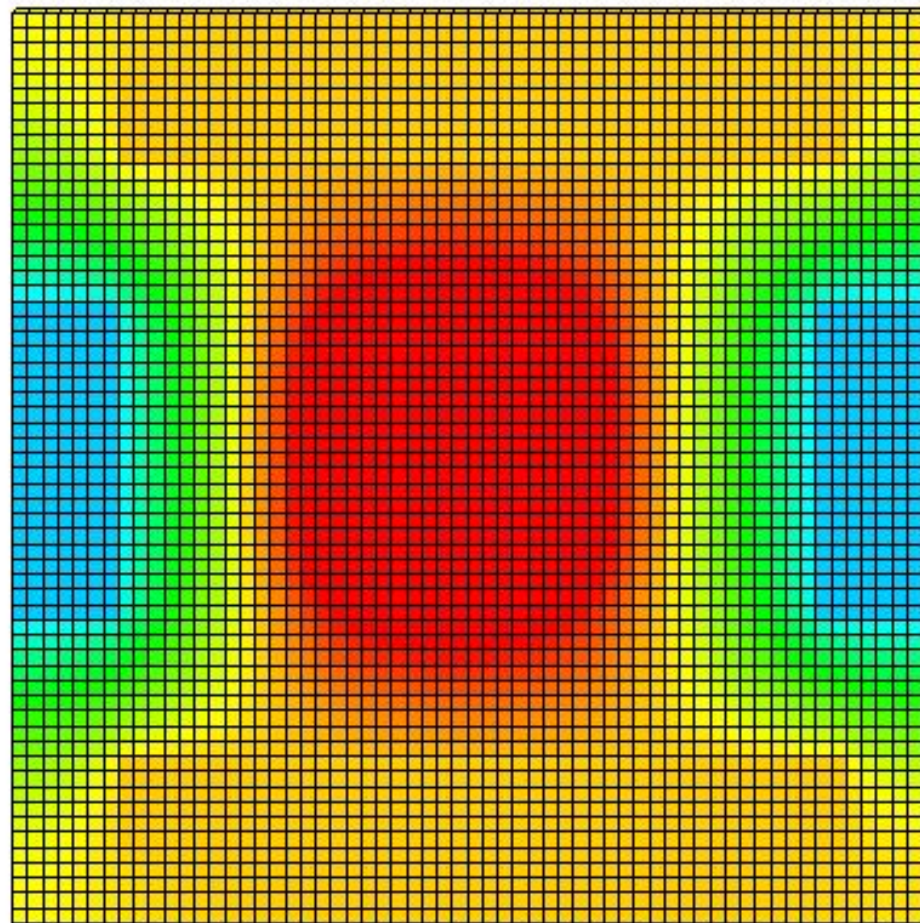
Исходная плата микроконтроллера



Построение математической модели

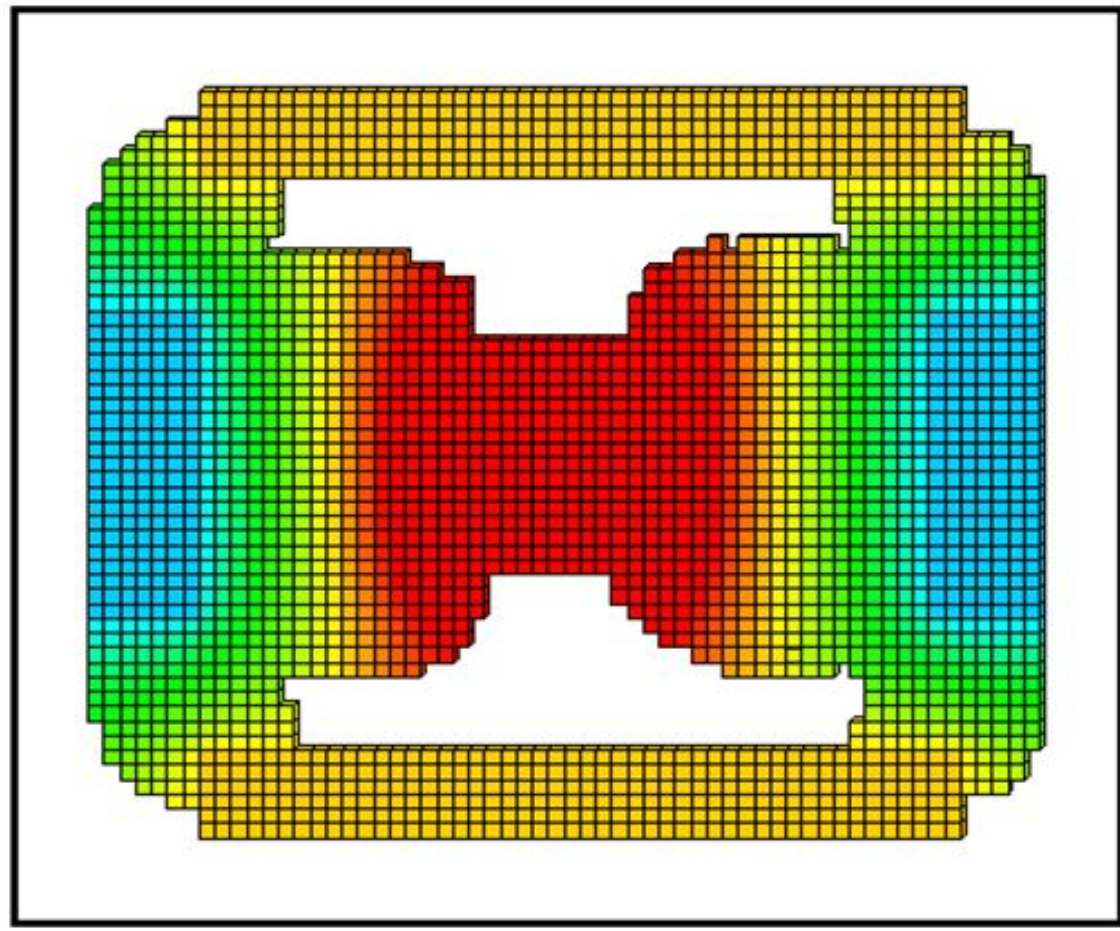


Решение задачи анализа

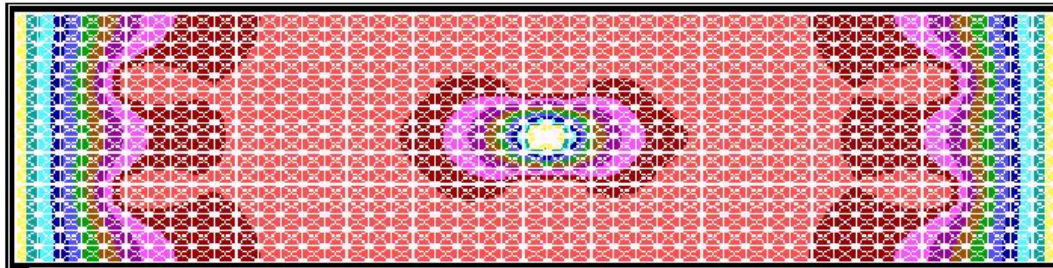


Распределение нагрузки при заданном тепловом воздействии и закреплении

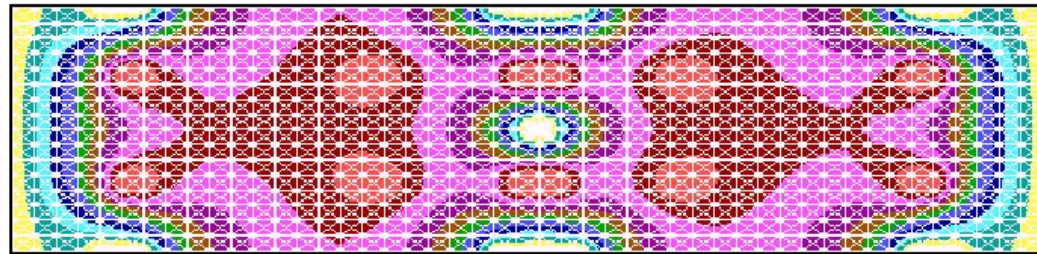
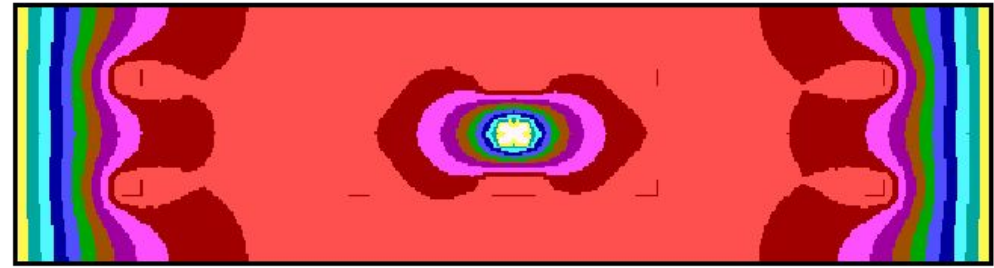
Области материала имеющие максимальную тепловую нагрузку



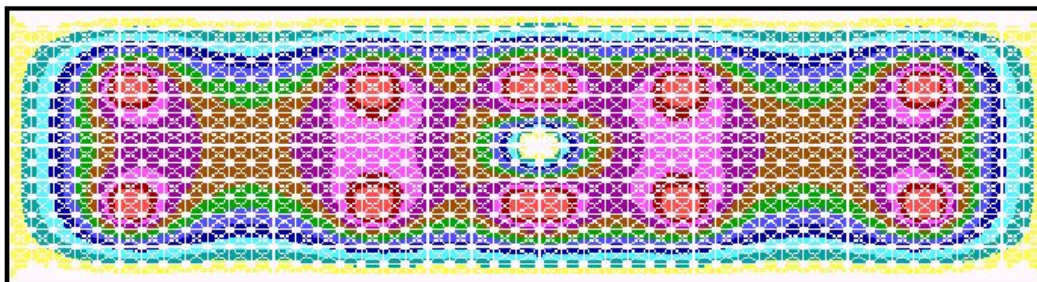
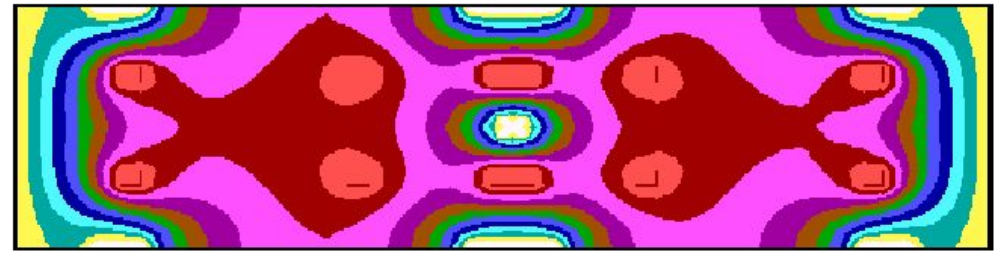
Температурное поле платы с элементами при двухрядном расположении



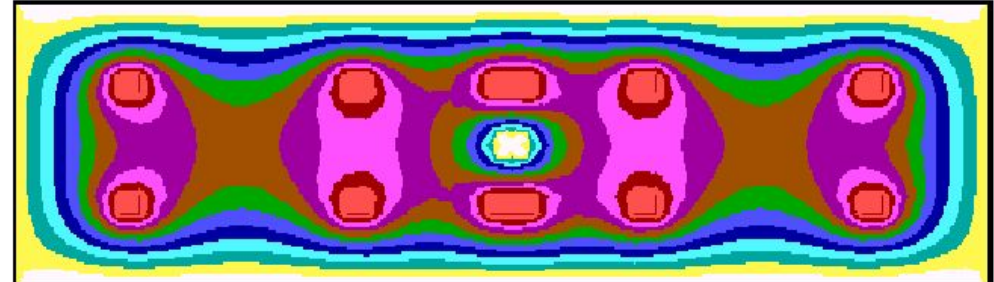
Теплостоки по боковым поверхностям и в центре



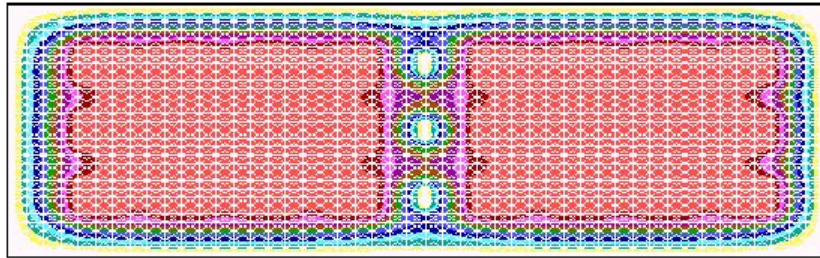
Локальные теплостоки по боковым поверхностям и в центре



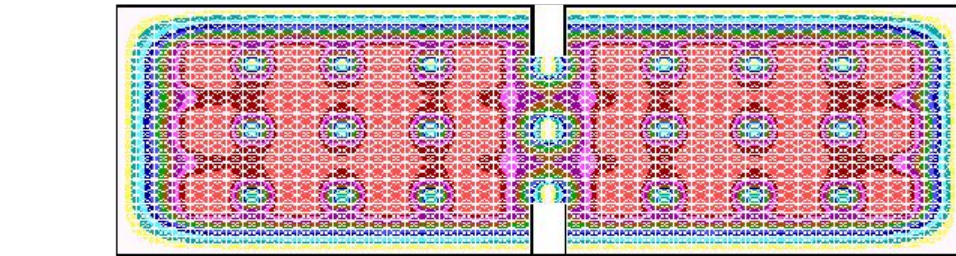
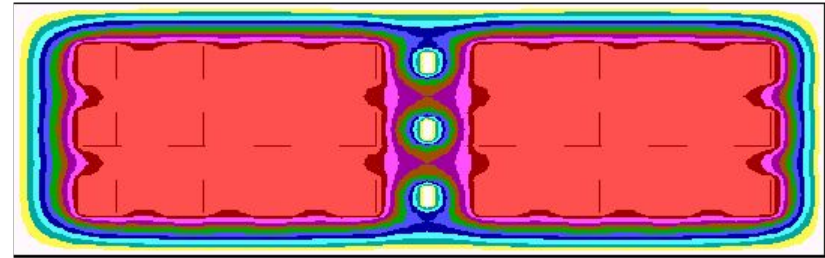
Теплостоки по контуру закрепления и в центре



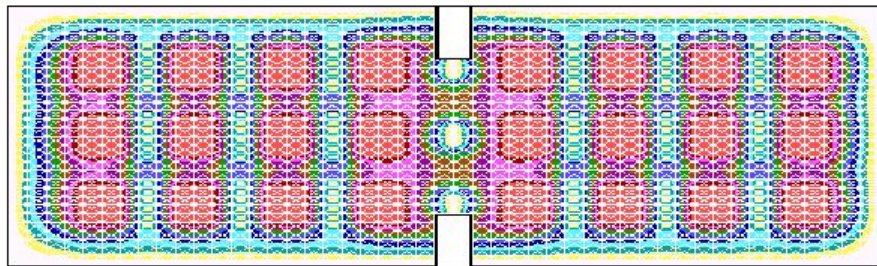
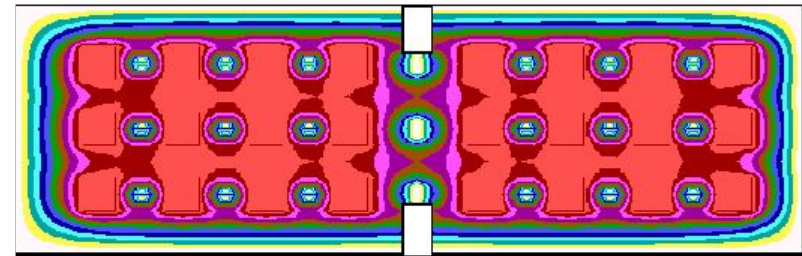
Температурное поле платы с элементами при трехрядном расположении



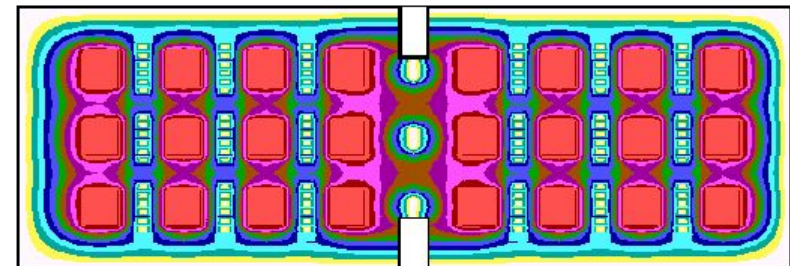
Теплостоки по контуру закрепления и в центре



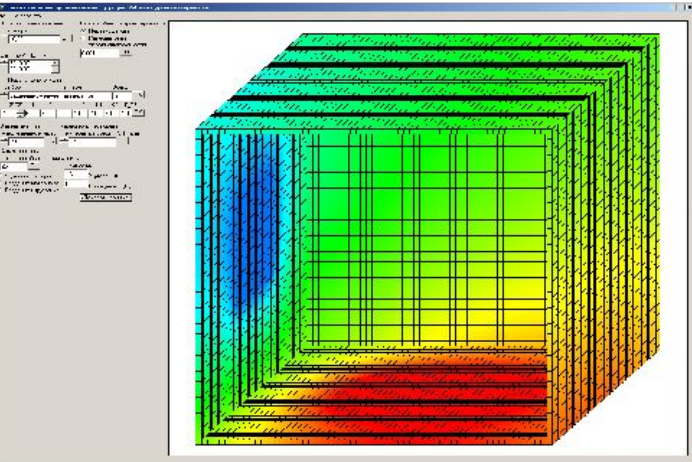
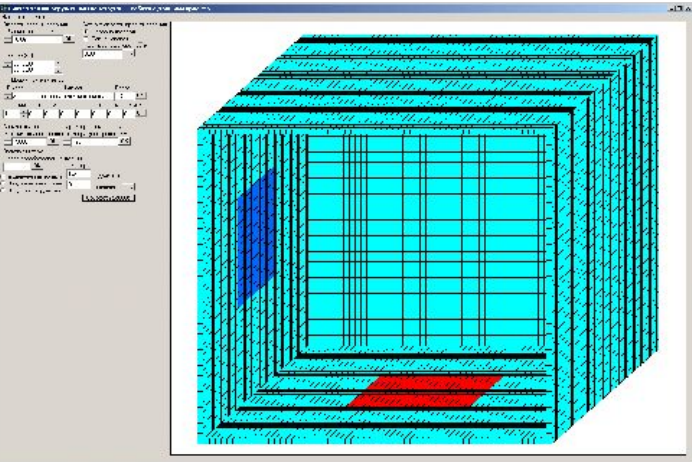
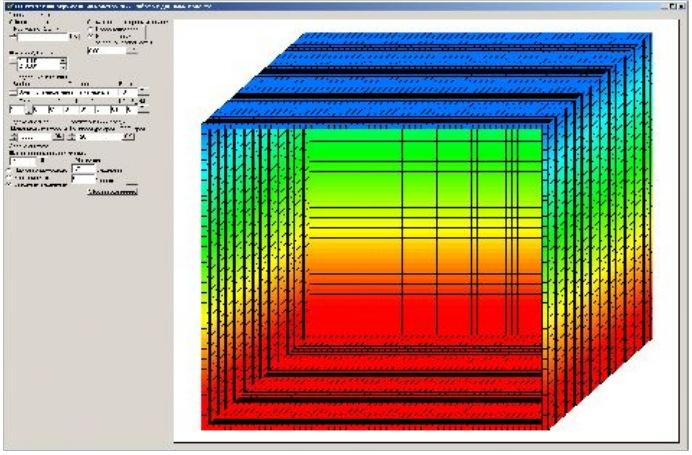
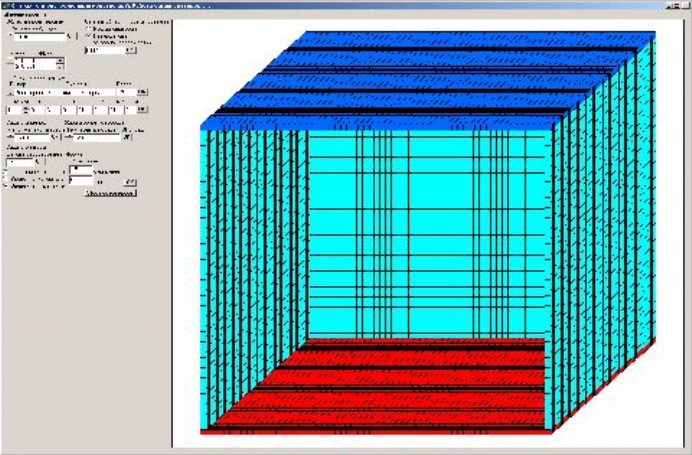
Теплостоки по контуру закрепления и локальные по площади



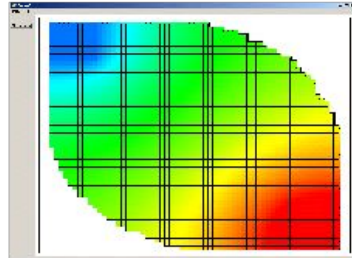
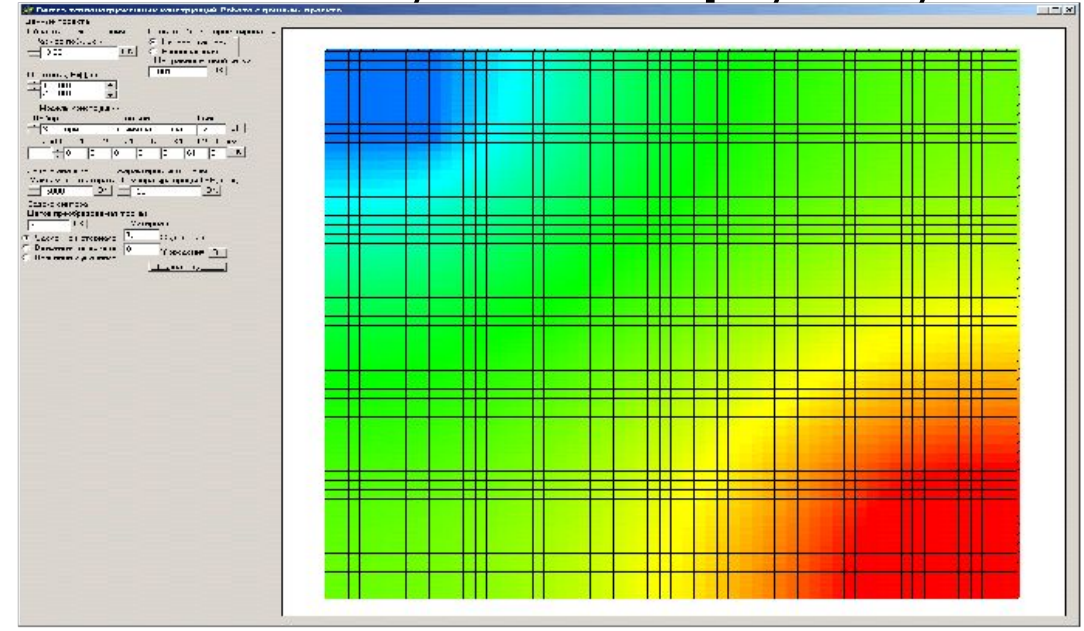
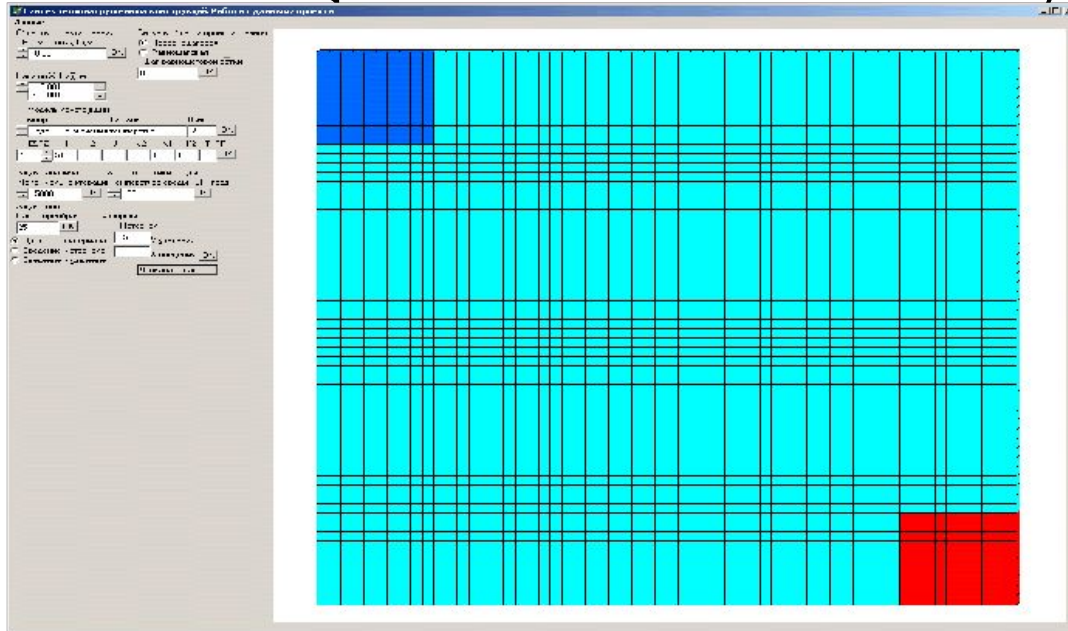
Теплостоки по контуру закрепления и протяженные по площади



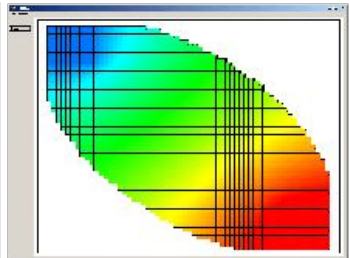
Определение температурного поля конструкции заданной конфигурации



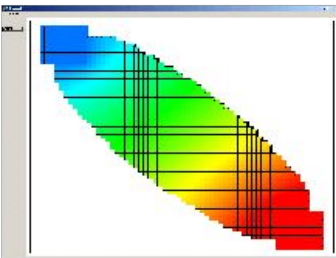
Синтез конфигурации при заданных воздействиях. Пошаговое удаление материала, имеющего минимальную тепловую нагрузку.



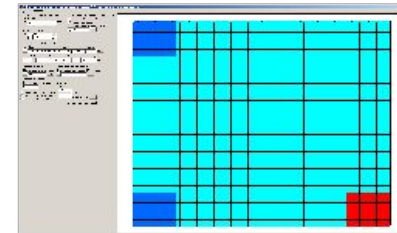
10 шагов



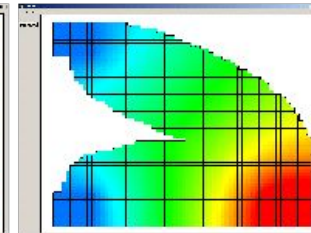
20 шагов



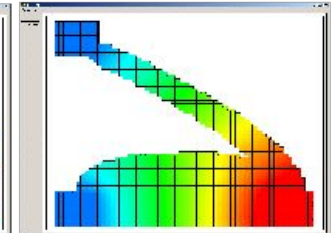
45 шагов



Исходные данные



20 шагов



45 шагов

Вывод

При выполнении дипломного проекта доработаны модули программного комплекса проектирования теплонагруженных конструкций.

В ходе предпроектных исследований рассмотрены задачи исследования температурных полей на основе уравнения теплопроводности Фурье. Обоснован выбор конечно-разностного метода решения уравнения в процессе эскизного проектирования теплопроводности.

В обоснован выбор языка программирования. Доработан интерфейс программного комплекса.

Содержание дипломного проекта соответствует требованиям задания на проектирование программного комплекса.

Результаты исследований опубликованы

1. Джалалов А.А., Курносов В.Е. Оптимизация формы конструкций на основе алгебры выбора и метода конечных разностей при заданном тепловом воздействии // Сборник статей XIII Всероссийской научно- технической конференции. «Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов» – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2015. С. 22-28.
2. Джалалов А.А., Курносов В.Е. Оптимизация формы конструкций при заданом тепловом воздействии // Международный студенческий вестник №3 Часть 1 ISSN 2409-529X
Издательство и редакция: Информационно-технический отдел. Академии Естествознания.
2016.- С.82-83