

## Моделирование поведения луча направленной энергии внутри фюзеляжа самолета в условиях полета.

И.А. Мартынов<sup>1</sup>, Л.А. Богданова<sup>1</sup>, Н.Д. Карасев<sup>1</sup>, А.Л. Стасенко<sup>1</sup>, М.А. Кудров<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

Появление технологий, позволяющих генерировать пучок направленной энергии, сформировало широкий спектр задач, в рамках которых возможно применение таких систем. Большая доля таких задач связана с взаимодействием луча с веществом. Это взаимодействие заключается во влиянии как луча на среду, так и среды на характеристики луча. В рамках различных задач следует учитывать различные виды взаимодействия, а значит строить различные математические модели. Одной из таких задач является моделирование поведения луча внутри фюзеляжа самолета с учетом его внутренней компоновки в условиях полета.

Трек луча включает в себя прохождение через неоднородную воздушную среду, которая появляется в результате турбулентных пульсаций, а также множественное отражение от отражающих поверхностей для направления луча в определенную точку. Цель работы состоит в моделировании трека луча с целью определения влияния как среды, так и отражающих поверхностей на характеристики пучка, которые главным образом состоят из волнового фронта и распределения амплитуды.

Задача прохождения луча через неоднородную воздушную среду решалась в приближении геометрической и волновой оптики[1]. В рамках геометрической оптики для уравнения эйконала была написана явная разностная схема первого порядка точности и проведено моделирование. В волновом приближении электромагнитное поле представлялось близким к плоской волне:  $\vec{E} = A(\vec{r}, t)e^{ikx}$ , для которой решалось уравнение Гельмгольца. Для уравнения Гельмгольца с учетом неоднородности среды были написаны соответствующие явные разностные схемы. Оба метода были проверены на задачах, для которых возможно получение точных аналитических решений.

Задача моделирования взаимодействия луча с отражающей поверхностью в основном состоит в решении задачи термоупругости, в рамках которой требуется найти искаженную, вследствие нагрева, форму поверхности для учета этого искажения. Задача включает в себя решение уравнения теплопроводности для нахождения поля температур и расчет по найденному полю термоискажения поверхности. Можно показать[2], что решение задачи при условии малости поперечных градиентов температур можно свести к разбиению поверхности на малые стержни и решению задачи для каждого стержня, что позволяет перейти к квазиодномерной постановке задачи. Такое приближение позволяет получить аналитические результаты в предельных случаях и сравнить их с численным расчётом. Была написана неявная разностная схема первого порядка точности для решения уравнения теплопроводности результаты работы программы видны на рис. 1, проведено моделирование, результаты которого были сравнены с результатами, полученным аналитическими.

### Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 4. Оптика. М.: Наука, 1980, 555с.
2. Claude A. Klein Materials for high-power laser optics: figures of merit for thermally induced beam distortions // Optical Engineering 1997 Vol. 36 No. 6 P. 1586-1595.

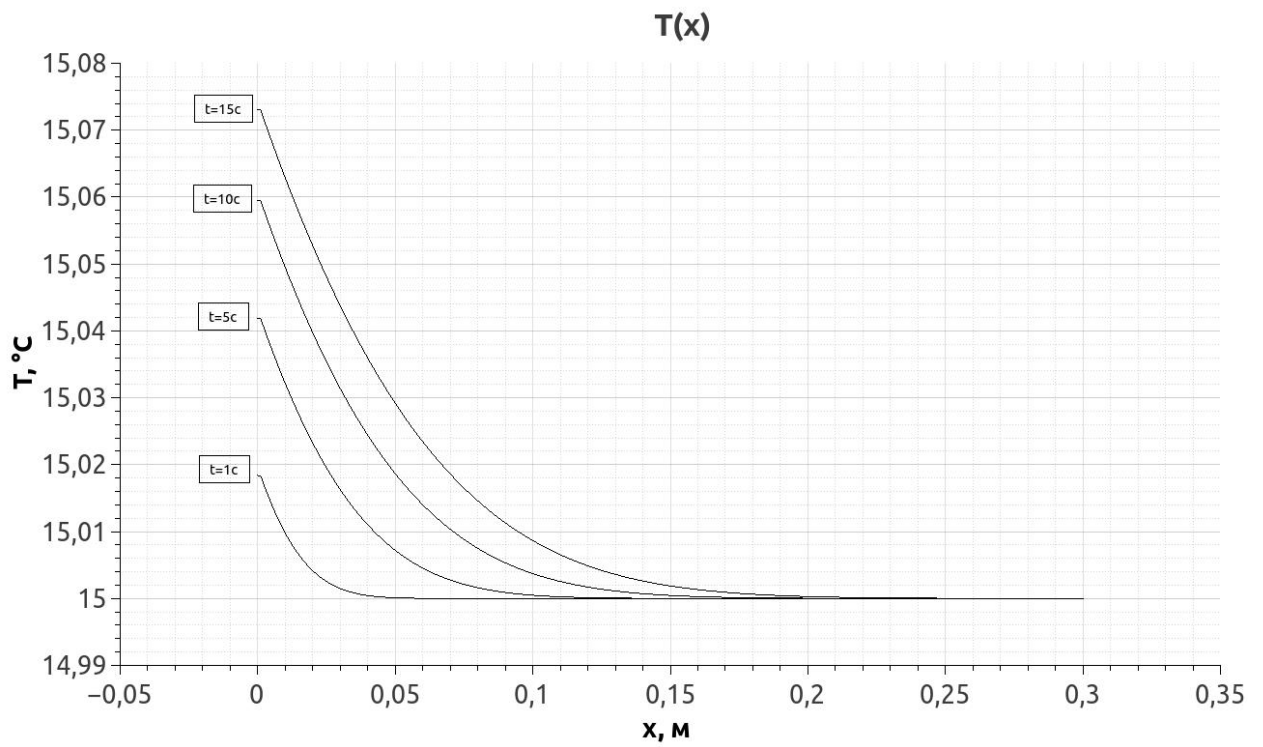


Рис. 1. Результаты решения уравнения теплопроводности с граничными условиями 2-го рода при разных временах работы.