***А.Л. Архипов, молодой ученый, аспирант кафедры ВВС в 2009-2012, программист отдела электронных средств обучения ВЦ ИГЭУ; рук. Ф.Н. Ясинский, д-р физ.-мат. наук, проф. (ИГЭУ, г. Иваново)***

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NVIDIA CUDA

Моделирование распространения загрязнений воздуха в городских условиях является актуальной задачей, так как позволяет определить пути распространения загрязнения в условиях заданного рельефа местности и заданной городской застройки. Источниками загрязнения могут являться различные промышленные предприятия, электростанции, а также крупные автомагистрали с большим транспортным потоком. В условиях городской застройки важно знать, куда и как будут распространяться вредные воздушные выбросы от этих источников. Чтобы получить ответ на этот вопрос, можно создать компьютерную симуляцию такого выброса и посмотреть, как он будет себя вести.

Так как моделироваться будет движение газа, то в основе математической модели такой компьютерной симуляции будут лежать уравнения Навье – Стокса [1]:

$\frac{∂\vec{v}}{∂t}=-\left(\vec{v}∙∇\vec{v}\right)-\frac{∇p}{ρ}+ν∆\vec{v}+\vec{f}$,

$∇∙\vec{v}=0$,

где *t* – время, $\vec{v}$ – скорость, $∇$ – оператор Гамильтона, ∆ – оператор Лапласа, *p* – давление, *ρ* – плотность, *ν* – коэффициент кинематической вязкости, $\vec{f}$ – внешняя сила.

Существует несколько способов численного решения дифференциальных уравнений. Наиболее распространенным способом является сеточный метод [2]. Сеточный метод применяется при решении различных задач математической физики (например, для расчета тепловых и электрических полей). Также он популярен и при численном решении уравнений Навье – Стокса. При сеточном методе расчетная область разбивается на ячейки, то есть на нее накладывается трехмерная сетка, и в каждой ячейке этой области вычисляются значения искомых переменных при помощи той или иной разностной схемы. Еще одним немаловажным достоинством сеточного метода является то, что производимые вычисления достаточно легко поддаются распараллеливанию.

Эффективным способом выполнения параллельных вычислений являются вычисления на графическом процессоре (GPU). В качестве платформы для проведения таких вычислений была выбрана NVIDIA CUDA [3].

Созданная автором реализация численного метода расчета уравнений Навье – Стокса для моделирования движения воздуха с использованием платформы NVIDIA CUDA позволила получить ускорение вычислений в 18 раз по сравнению с вычислениями на центральном процессоре в один поток.

Программу, вычисляющую распространения загрязнений воздуха в городских условиях, можно использовать при планировании строительства городских объектов, места строительства для которых должны быть выбраны с учётом экологической обстановки.

## **Библиографический список**

1. [Уравнения Навье — Стокса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%8C%D0%B5_%E2%80%94_%D0%A1%D1%82%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B0) [электронный ресурс, режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнения\_Навье\_—\_Стокса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%8C%D0%B5_%E2%80%94_%D0%A1%D1%82%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B0)]
2. Филатов, Евгений Юрьевич. Математическое моделирование течений жидкостей и газов: учебное пособие / Е. Ю. Филатов; Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина", Кафедра высокопроизводительных вычислительных систем.—Иваново: Б.и., 2007.—84 с.—ISBN 978-5-89482-434-5.

1. [NVIDIA CUDA, Compute Unified Device Architecture](http://ru.wikipedia.org/wiki/CUDA) [электронный ресурс, режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/CUDA>]

Приложение 1

**Заявка**

**на участие в девятой международной научно-технической конференции**

**студентов, аспирантов и молодых учёных**

**«Энергия-2014»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | фамилия, имя и отчество автора (соавторов)\*  | Архипов Ален Леонидович |
| 2 | статус автора (соавторов) – студент, аспирант, соискатель | Молодой ученый, аспирант кафедры ВВС в 2009-2012 |
| 3 | фамилия, имя, отчество научного руководителя (руководителей) | Ясинский Федор Николаевич |
| 4 | ученая степень и ученое звание (должность – при отсутствии ученых степеней и званий) научного руководителя | Доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры ВВС |
| 5 | название доклада | Моделирование распространения загрязнений воздуха в городских условиях с использованием технологии NVIDIA CUDA |
| 6 | научное направление | Математическое моделирование и информационные технологии |
| 7 | номер и название секции | 29. Численные методы и параллельные вычисления |
| 8 | страна | Россия |
| 9 | наименование учебного заведения  | Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина |
| 10 | координаты для связи: – адрес электронной почты (E-mail), номер телефона | AlArMail999@mail.ru |
| 11 | почтовый адрес автора | AlArMail999@mail.ru |
| 12 | телефон автора | 231637 |
| 13 | для участников из внешних вузов и организаций: планируется очное или заочное участие в конференции  |  |
| 14 | для участников из внешних вузов и организаций: потребность в заказе гостиницы (да/нет) |  |