

Комплексы программ Vvflow и Vdd3d

Разработка в эпоху нейросетей

Ярослав Дынников

НИИ механики МГУ, лаб. 107

Vvflow CFD Suite

Метод вязких вихревых доменов (ВВД), бессеточный

Уравнения Навье-Стокса 2D

Жидкость вязкая, несжимаемая

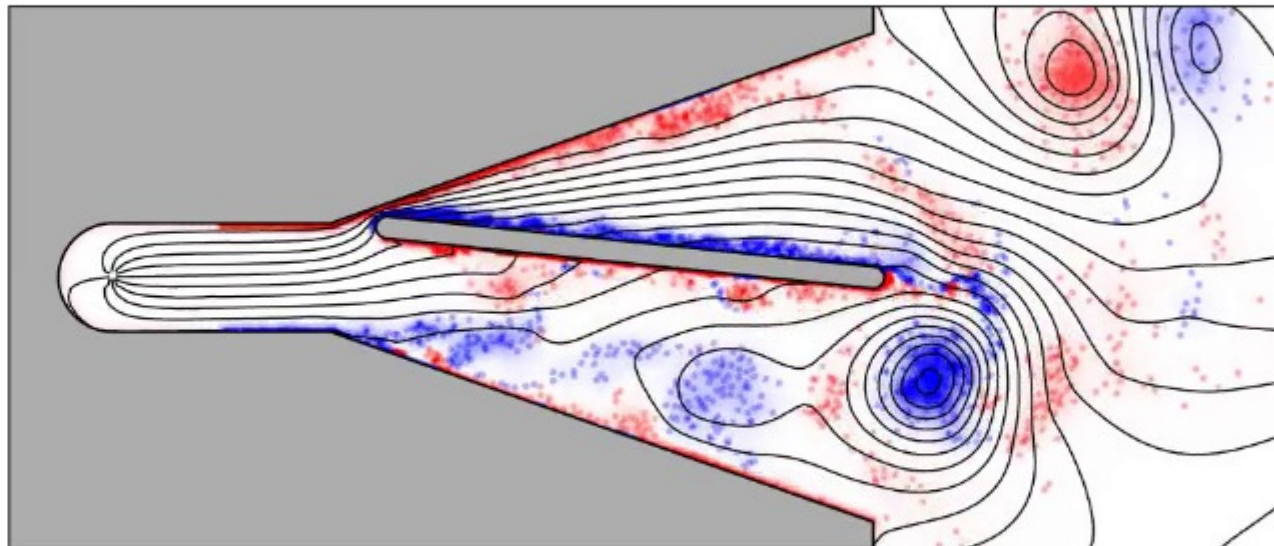
Тела

- много, произвольной формы
- подвижные, недеформируемые
- упруго связаны друг с другом
- соударяющиеся

<https://github.com/vvflow/vvflow> (open source)

```
curl -s https://packagecloud.io/install/repositories/vvflow/stable/script.deb.sh -o vvflow.deb.sh
sudo bash ./vvflow.deb.sh
sudo apt install vvflow
```

Генератор импульсных струй



Гидродинамика интенсивных автоколебаний обратного флюгера в плоском диффузоре /
С. В. Гувернюк, Г. Я. Дынникова, Я. А. Дынников, А. Ф. Зубков // Доклады Академии наук. –
2018. – Т. 480, № 1. – С. 29–33.

Значимые результаты

- Flow-induced oscillations of circular cylinder in a narrow channel // *Aerospace Science and Technology*, 2019
- Вклад силы присоединенных масс в формирование пропульсивной силы машущего профиля в вязкой жидкости // *Письма в "Журнал технической физики"*, 2020
- Stability of a reverse Karman vortex street // *Physics of Fluids*, 2021
- Гидродинамические механизмы влияния упругой связи на пропульсивную силу крылового профиля при полудетерминированных колебаниях в потоке вязкой жидкости // *Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа*, 2022
- Mechanism underlying stability of a vortex-induced vibration // *Physics of Fluids*, 2025

Проблемы развития

1. Ограниченность применения
2. Низкая востребованность
3. Личные обстоятельства

Метод вязких дипольных доменов (ВДД)

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК, 2011, том 437, № 1, с. 35–38

МЕХАНИКА

УДК 532.527

РАСЧЕТ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕЧЕНИЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ ДИПОЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗАВИХРЕННОСТИ

© 2011 г. Г. Я. Дьяникова

Представлено академиком Г.Г. Черным 10.09.2010 г.

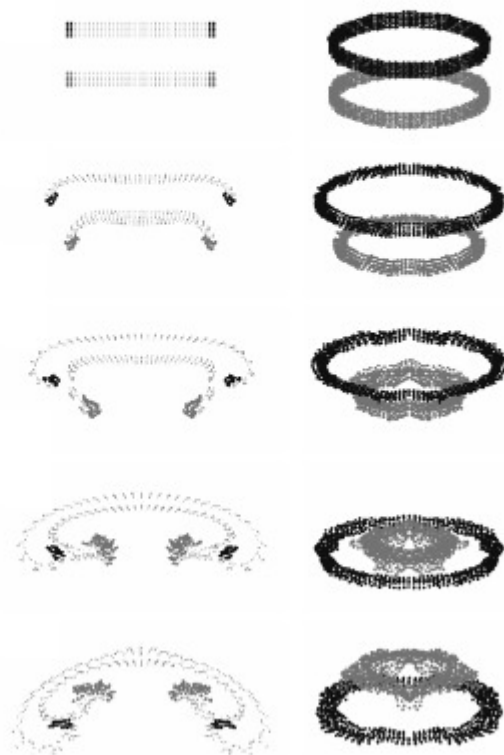
Поступило 20.09.2010 г.

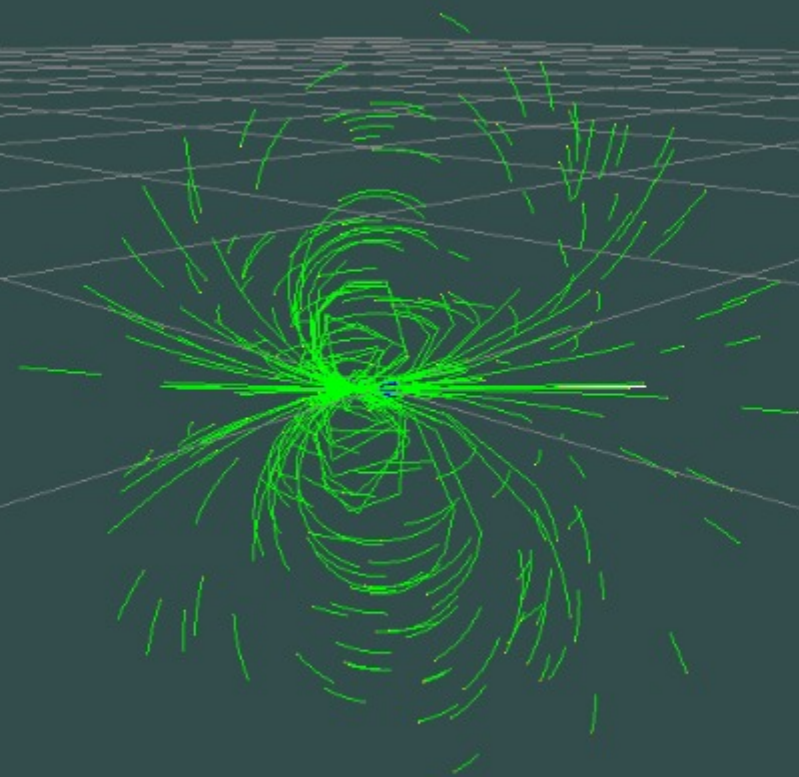
Предложен новый подход к решению нестационарных трехмерных уравнений Навье–Стокса вязкой несжимаемой жидкости в лагранжевых координатах. Метод основан на введении новой векторной функции $\mathbf{D}$, названной плотностью диполей, через которую выражаются скорость и завихренность в поле течения. Выведены уравнения эволюции плотности диполей, соответствующие изменению гидродинамических полей, и сформулированы граничные условия для нее в виде интегрального уравнения. Построен соответствующий численный метод (метод дипольных доменов) и дан пример прямого численного моделирования эволюции трехмерного взаимодействия пары вихревых колец.

В настоящее время вихревые бессеточные методы широко применяются для расчета нестационарных течений вязкой жидкости с заданными начальными условиями. Вихревые методы основаны на представлении течения в виде набора вихревых элементов (вихревых рамок, вихревых отрезков и т.д.), которые эволюционируют во времени. Вихревые рамки используются для моделирования течений идеальной жидкости с заданными линиями отрыва (как правило, на острых краях). На этих линиях на каждом временном шаге образуются новые рамки, которые затем уносятся потоком. Для перемещения рамки вычисляется скорость жидкости в ее узлах. По мере роста возмущения течения вниз по потоку положение рамок становится хаотическим, возникают самопересечения, некоторые рамки чрезмерно удлиняются, что снижает точность расчетов. Кроме этого недостатка можно отметить невозможность моделирования вязких течений с неизвестным положением

для замкнутыми рамками [3, 4] и разнообразными незамкнутыми вихревыми элементами (вортонами, вихревыми отрезками и т.д. сгустками различной конфигурации) [5–9].

Вихревые рамки используются для моделирования течений идеальной жидкости с заданными линиями отрыва (как правило, на острых краях). На этих линиях на каждом временном шаге образуются новые рамки, которые затем уносятся потоком. Для перемещения рамки вычисляется скорость жидкости в ее узлах. По мере роста возмущения течения вниз по потоку положение рамок становится хаотическим, возникают самопересечения, некоторые рамки чрезмерно удлиняются, что снижает точность расчетов. Кроме этого недостатка можно отметить невозможность моделирования вязких течений с неизвестным положением





Промпты

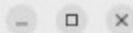
1. Today we'll build a computational fluid dynamics software. The simulation will include an infinite 3d space filled with viscous fluid with two dipoles. A dipole is described with 6 floats - 3 coordinates and 3 dipole moment vector. I'll provide the formula for calculating dipoles speed later. For now let it be equal to the dipole moment. Your task is to bootstrap the project from scratch. I want it to be built with CMake and I need some simple 3d viewer with ability to move around. I don't want to implement rendering engine manually, you should find some ready-to-use one
2. Read it and implement (Attached 4 jpg)
3. Your next task is to modify the demo scene implemented in the simulator. Remove the second dipole and put the remaining one to (0, 0, 0), leaving its moment unchanged. Also add 200 passive particles to form a cloud around the dipole. When moving with convective velocity they should leave thin traces. Like arrows, but curved

Vdd3d

- Проведение расчета
- Сохранение результата в CSV
- Визуализация OpenGL + запись видео
- Документация (формулы)

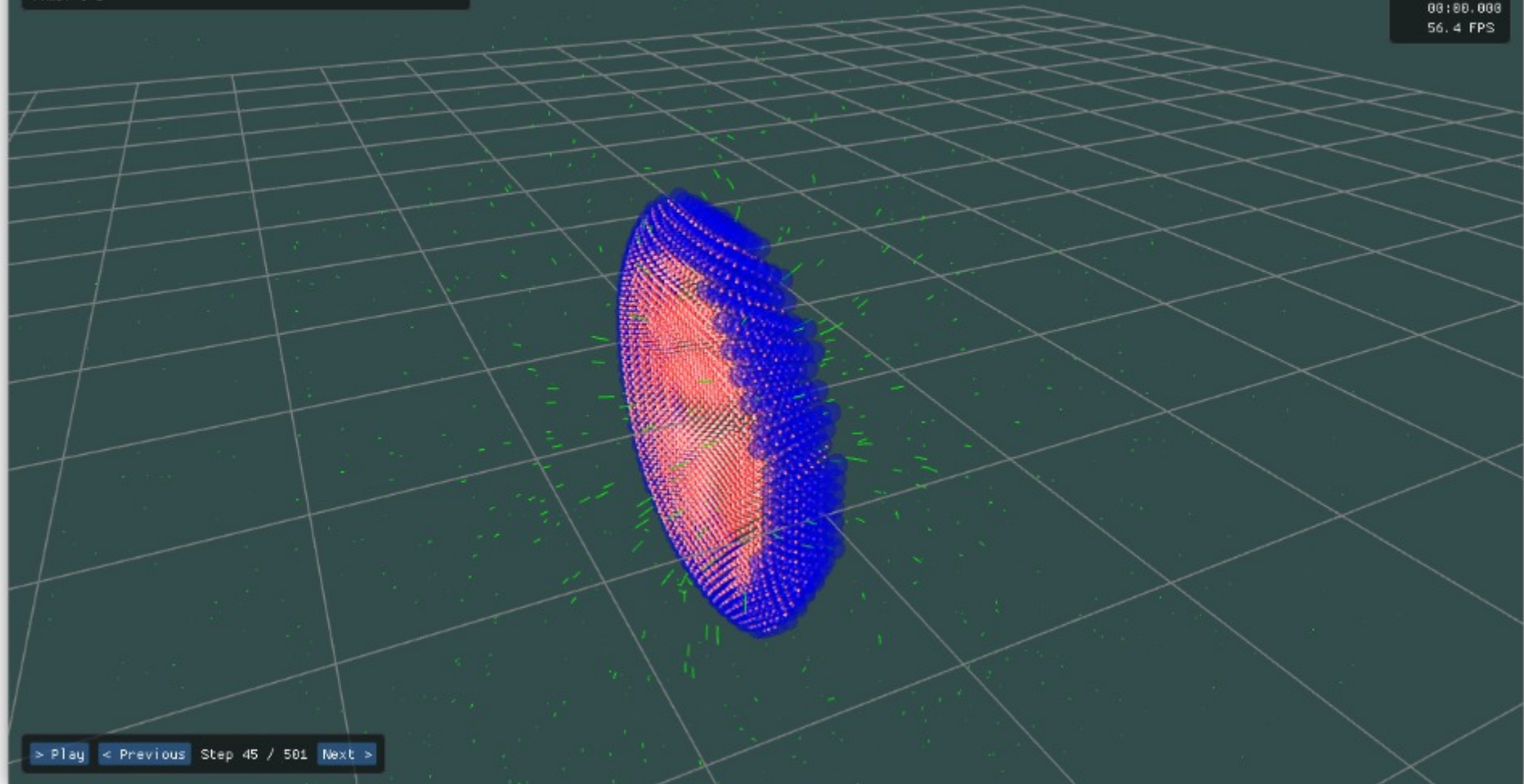
Language	files	blank	comment	code
C++	23	814	548	3591
Fortran 90	2	165	179	985
C/C++ Header	19	253	94	973
TeX	6	146	19	861
Python	2	80	36	327

CFD Simulation



/home/udynnikov/vdd/results_onedisk_re100_2025-11-20
Step: 45
Time: 0 s

● READY
0 frames
00:00.000
56.4 FPS



> Play < Previous Step 45 / 501 Next >

С чего начать

<https://chat.qwen.ai/>

> Эй qwen, помоги мне настроить VSCode для сборки моего проекта на Fortran под Windows. Сам VSCode и компилятор фортрана уже установлены, какой плагин установить чтобы проект можно было компилировать и запускать прямо из IDE?

Агентная разработка

VSCode + KiloCode + QwenCode + Qwen



vdd3d



ler.cpp

csv_export.cpp

trail.h



vddsim_twodisks.cpp



src > core > trail.h > ...

```
6
7 class TTrail {
8 private:
9     std::deque<glm::dvec3> PositionHistory;
10    glm::dvec3 Velocity;
11    static const int MAX_HISTORY = 50;
12    int Id;
13    int Kind;
14    static inline int GlobalIdCounter = 0;
15
16 public:
17     TTrail(glm::dvec3 position = {}, int kind = 0, int id
18         : PositionHistory(l: {[0]=position})
19         , Velocity()
20         , Id(id > 0 ? id : ++GlobalIdCounter)
21         , Kind(kind) {});
22
23     const std::deque<glm::dvec3>& GetPositionHistory() con
24     glm::dvec3 GetPosition() const { return PositionHisto
25     glm::dvec3 GetVelocity() const { return Velocity; }
26     int GetId() const { return Id; }
27     int GetKind() const { return Kind; }
28
```

Recent Tasks

View all

Let's extend TTrail with two more parameters - id and kind, both simple integers. Id would be a globally ...

22 hours ago ·



Read carefully
`academic/dipole_interaction_2025_vl...
then update `doc/theory.tex` ...

A day ago ·



I've fixed some formulas in theory.tex recently (eq 11). Check physics.cpp and change it accordingly.

Type your task here...



(@ to add context, / for commands, hold shift to drag in files)

^ </> Code



qwen-code:qwen3-coder-plus



Хорошо

- Помоги настроить
- Объясни как работает
- Найди ошибку
- Напиши документацию
- Напиши скрипт

Хуже

- Проверь и исправь

Looking at the current implementation again, I notice that there's an issue with the floating-point literal:

```
159 159 inline double eta_far(double xi) {  
160 160     // PERF_COUNTER_INC(eta_far_calls);  
161 161     // Far-field:  $\xi \geq 2.5$   
162 162     //  $\eta(\xi) = 3/\xi^3$   
163     double xi5 = xi * xi * xi * xi * xi;  
164     return 3.0f / xi5;  
163     double xi5 = xi * xi * xi;  
164     return 3.0 / xi5;  
165 165 }  
166 166
```

Заключение

1. Это — новый инструмент, им надо уметь пользоваться
2. Все результаты требуют тщательной перепроверки
3. Нейросети дополняют, а не заменяют человека