|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ |
|  |  |  |  | Профессор кафедры ИАНИ института ИТММ ННГУ им.Н.И. Лобачевского |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Н.В. Старостин |
|  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.  М.П. |

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА   
“МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ЖИДКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ, ОСНОВАННОГО НА ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ”**

**Техническое задание**

**02068143.00225-01**

**Листов 7**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | СОГЛАСОВАНО |  | СОГЛАСОВАНО |
|  |  | Старший преподаватель кафедры ИАНИ института ИТММ ННГУ им. Н.И. Лобачевского |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  | Д.В. Попов |  | Н.А. Хлопцев |
|  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.  М.П. |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.  М.П. |

2022

Оглавление

[1. ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc104250214)

[2. ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ 3](#_Toc104250215)

[3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ 3](#_Toc104250216)

[4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ИЗДЕЛИЮ 3](#_Toc104250217)

[5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ 5](#_Toc104250218)

[6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 5](#_Toc104250219)

[7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ 5](#_Toc104250220)

[8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ 6](#_Toc104250221)

# ВВЕДЕНИЕ

1.1. Наименование НИР

Моделирование потока жидкости с использованием глубокого обучения, основанного на физических моделях.

1.2. Краткая характеристика области применения

ПО для моделирования потока жидкости с использованием глубокого обучения, основанного на физических моделях (далее ПО «PBDL») предназначено для симулирования движения потока жидкости.

# ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

Основание для выполнения НИР – Данная работа выполняется в рамках курса «Информационные технологии в области принятия решений».

Заказчик: Старший преподаватель Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского (ННГУ), кандидат технических наук Попов Денис Валериевич

Исполнитель: Студенты группы 3821М1ПИ Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского (ННГУ): Хлопцев Никита, Шикуло Алексей, Новичков Юрий, Петров Антон.

Начало разработки – с момента заключения договора.

Окончание разработки – 31.05.2022

# НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

ПО «PBDL» предназначено для решения задач аппроксимации и прогнозирования по времени движения потока жидкости в двумерном пространстве.

Результатами решения построенных алгоритмов должны являться сетки с информацией о потоке жидкости в каждом узле в текущий или некий будущий момент времени.

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ИЗДЕЛИЮ

4.1. Общие требования

В результате выполнения НИР по данному ТЗ должны быть реализованы алгоритм аппроксимации потока жидкости в один момент времени и алгоритм прогнозирования движения потока жидкости по времени ∆t.

В качестве демонстрационного ПО должно быть разработано консольное приложение, которое реализует работу с обоими алгоритмами и сохраняет полученные результаты, интерпретированные в виде изображений.

4.1.1. Требования к алгоритму аппроксимации движения потока жидкости.

Алгоритм должен принимать на вход четыре 2D сетки в узлах которых содержится информация о проекции скорости потока на оси x и y, давлении и концентрации жидкости в точке или метка о том, что информация не известна. Алгоритм должен вычислить значения плотности потока жидкости и её скорости в узлах, в которых эти значения неизвестны с возможной погрешностью. На выход алгоритм должен вернуть выход четыре 2D сетки в каждом из узлов которых содержится информация о проекции скорости потока на оси x и y, давлении и концентрации жидкости в точке.

4.1.2. Требования к алгоритму прогнозирования движения потока жидкости.

Алгоритм должен принимать на вход четыре 2D сетки в каждом из узлов которых содержится информация о проекции скорости потока на оси x и y, давлении и концентрации жидкости в точке. Алгоритм должен сгенерировать новую 2D сетку, которая содержит информацию о плотности и скорости того же потока жидкости через момент времени ∆t учитывая условия систему уравнений Навье-Стокса. На выход алгоритм должен возвращать четыре 2D сетки в каждом из узлов которых содержится информация о проекции скорости потока на оси x и y, давлении и концентрации жидкости в точке через момент времени ∆t.

4.1.3 Требования к демонстрационному ПО

Демонстрационным ПО является консольное приложение, которое должно принимать от пользователя входные данные в виде четырех 2D сеток в формате .npy, в узлах которых описана информация о давлении, концентрации жидкости и проекции скорости потока жидкости на оси x и y. Пользователь должен иметь возможность выбрать входные файлы указав их название в командной строке. В зависимости от полноты информации приложение должно выбрать либо алгоритм аппроксимации, либо алгоритм прогнозирования, затем запустить выбранный алгоритм подав на вход данные пользователя и сохранить результат алгоритма в том же формате, что и входные данные, а также интерпретированный в виде четырех изображений представляющих из себя информацию о плотности жидкости, проекции скорости на ось x и проекции скорости на ось y в каждом из узлов.

4.2. Требования к временным характеристикам

Время на работу обоих алгоритмов не должно превышать 1 час для сеток размером 100 на 100 узлов.

4.3. Требования к параметрам технических средств

* тип процессора – Intel Core 2 Duo;
* количество процессоров – 1 шт.;
* частота процессора – 2 ГГц;
* объем оперативной памяти – 4 Гб;
* тип оперативной памяти – DDR5 (2666 МГц);
* объем доступного дискового пространства – 500 мб;
* тип монитора – LCD;
* размер экрана монитора (диагонали) – 17 дюймов;
* объем памяти видеокарты – 256 Мб;
* средства навигации и ввода информации – клавиатура, манипулятор «мышь».

4.4. Требования к информационной и программной совместимости

операционная система: Microsoft Windows 7 / 8 и выше;

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

5.1. Программная документация должна содержать следующие документы:

* руководство оператора
* руководство системного программиста
* руководство программиста
* спецификация
* программа и методика испытаний

5.2. Программная документация должна быть выполнена на бумажных носителях в соответствии со стандартам ЕСПД и на машинных носителях информации в форматах «.docx» и «.pdf» в 2 экземплярах.

# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

6.1 В качестве дополнительных материалов должны быть представлены следующие документы:

- Научно-технический отчет, в который должно входить:

* Результаты экспериментов

# СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

Этапы и стадии НИР, их содержание, сроки выполнения, отчетные документы и ответственные за выполнение приведены в таблице 1.

Таблица 1

| №  модели,  стадии,  этапа | Наименование  модели, стадии, этапа | Сроки выполнения | | Вид  отчетности |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| начало | окончание |
| 1 | Разработка ПО «PBDL» |  |  |  |
| 1.1 | Составление базы тестовых начальных данных. | 29.03.2022 | 29.04.2022 | ПЗ |
| Обзор известных подходов, разработка алгоритмов. | 29.03.2022 | 08.05.2022 | НТО |
| Разработка программного обеспечения | 29.03.2022 | 24.05.2022 | ПО (CD диск) |
| Разработка программной документации. | 29.03.2022 | 24.05.2022 | РО, РСП, РП, Спецификация |
| Разработка программы и методики приемочных испытаний ПО «PBDL» | 08.05.2022 | 24.05.2022 | ПМИ |
| Проведение приемочных испытаний ПО «PBDL» | 24.05.2022 | 31.05.2022 | Протокол |
| Презентация программного обеспечения. | 31.05.2022 | 10.06.2022 | Презентация |

# ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

9.1. Порядок выполнения НИР устанавливается в соответствии с этапами настоящего ТЗ в соответствии с Таблицей 1. Приёмка работ осуществляется в соответствии с данным ТЗ.

9.2. Приёмочные испытания проводятся комиссией на технических средствах Исполнителя на контрольных данных, согласованных с заказчиком и в соответствии с Программой и методикой проведения приёмочных испытаний. Для проведения приемочных испытаний Исполнителем предъявляется вся обозначенная в календарном плане документация.

По результатам приемочных испытаний составляется протокол.

9.3. Патентные исследования не проводятся.

9.4. Техническое задание может уточняться в установленном порядке.