

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт транспорта и логистики

Кафедра гидрогазодинамики



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
транспорта и логистики

Быкадоров В.В.

« 26 » 02 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине

«Практикум на ЭВМ по гидроаэродинамике»  
01.03.03 Механика и математическое моделирование  
«Механика деформируемых тел и сред»

Разработчик:

канд. техн. наук, доцент Лев Левашов Я.Н.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры гидрогазодинамика

от «14» января 2025г., протокол №3

Заведующий кафедрой М Мальцев Я.И.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Практикум на ЭВМ по гидроаэродинамике»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

1. Выберите один правильный ответ

Определение жидкости как сплошной среды:

- А) Жидкость является сплошной если в ней не содержится пузырьков воздуха
- Б) Жидкость является сплошной если в ней не содержится твёрдых частиц
- В) Жидкость рассматривается как сплошная среда, если в ней нет пустот или разрывов
- Г) Вещество, находящееся в жидком агрегатном состоянии, занимающем промежуточное положение между твёрдым и газообразным состояниями.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

2. Выберите один правильный ответ

Линия тока жидкости:

- А) Условная трубчатая поверхность, образованная линиями тока, проходящими через выделенный в подвижной среде контур.
- Б) Условная линия, построенная таким образом, что во всех её точках векторы скорости подвижной среды (жидкости или газа) образуют к ней касательные
- В) Точка на плоскости, поглощающая жидкость
- Г) Точка, выделяющая жидкость

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

3. Выберите один правильный ответ

Напишите уравнение неразрывности (закон сохранения вещества):

- А)  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) \vec{v} = -\frac{\nabla p}{\rho} + \vec{f}$
- Б)  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(p \vec{v}) = 0$
- В)  $\frac{dU}{dt} = (\vec{v} \nabla) U + \frac{\partial U}{\partial t};$
- Г)  $\frac{\partial \rho}{\partial t} - \nabla(p \vec{v}) = 0$

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

4. Выберите один правильный ответ

Жидкость, при движении которой возникают как нормальные, так и касательные напряжения:

- А) Прозрачная жидкость

- Б) Вязкая жидкость
- В) Идеальная жидкость
- Г) Линейная жидкость

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

### Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца:

- |                         |                                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Линия тока           | А) Линия пути, проходимая жидкой частицей за определенный промежуток времени                           |
| 2) Траектория           | Б) Объем жидкости конечных размеров, состоящий из одних и тех же жидких частиц                         |
| 3) Элементарная струйка | В) Линия в жидкости, в каждой точке которой векторы скоростей касательны к ней в данный момент времени |
| 4) Жидкий объем         | Г) Объемный пучок линий тока малого поперечного сечения                                                |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| В | А | Г | Б |

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- |                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1) Скалярное произведение векторов         | А) |
| 2) Формула теоремы Остроградского – Гаусса | Б) |
| 3) Формула дивергенции вектора             | В) |
| 4) формула вихря (ротора) вектора          | Г) |

$$\int_S b_i n_i dS = \int_V \frac{\partial b_k}{\partial x_k} dV$$

$$\frac{\partial a_i}{\partial x_i}$$

$$a_i \cdot b_i$$

$$e_{ijk} \frac{\partial a_k}{\partial x_j}$$

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| В | А | Б | Г |

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- 1) Модифицированная турбулентная вязкость А)
- 2) Турбулентная кинетическая энергия Б)
- 3) Скорость диссипации турбулентности В)
- 4) Удельная скорость диссипации Г)

$$P = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \bar{u} \cdot I \cdot l$$

$$\varepsilon = \rho C_\mu \cdot \frac{k^2}{\mu \cdot \beta'}$$

$$k = \frac{3}{2} \cdot (\bar{u} \cdot I)^2$$

$$\omega = \frac{\varepsilon}{k}$$

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| А | В | Б | Г |

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

4. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- | Физическая величина                  | Единица измерения                                                                                                     |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Алгоритм PISO                     | А) Алгоритм трехдиагональной матрицы<br>прямой метод для одномерных ситуаций                                          |
| 2) Методы Якоби                      | Б) Точечно-итерационные алгоритмы общего назначения                                                                   |
| 3) Итерационный метод Гаусса-Зайделя | В) Алгоритм для определения решений системы линейных уравнений с диагональным доминированием.                         |
| 4) TDMA                              | Г) математическая процедура, которая генерирует последовательность улучшающихся приближённых решений для класса задач |

Правильный ответ:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Г | В | Б | А |

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

### Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Расположите операции для моделирования течения жидкости в правильной последовательности:

- А) постройка расчётной сетки
- Б) создание 3Д модели проточной части

В) выбор модели течения  
Г) указание начальных и граничных условий  
Правильный ответ: Б, Г, А, В  
Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

2. Расположите этапы дискретизации расчетной области в правильной последовательности:  
А) построение поверхностной сетки с адаптацией к геометрии  
Б) генерация объемной сетки  
В) анализ геометрии  
Г) приближение топологических криволинейных ребер отрезками  
Правильный ответ: В, Г, А, Б  
Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

3. Расположите этапы построения смещенной сетки в правильной последовательности:  
А) диагностика смещенной сетки  
Б) согласование границ со смещением и без  
В) определение величины смещения в узлах сетки  
Г) определение направления сдвига в узлах сетки  
Правильный ответ: Г, В, Б, А  
Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

4. Расположите этапы формирования и обработки сетки в тонких областях в правильной последовательности:  
А) формирование пар близких поверхностей  $R_i \cup R_j$  из связанных треугольников  
Б) коррекция тонких областей  
В) формирование пар близких треугольников смещенной сетки  $B'$   
Г) «отображение» сетки  $R_i$  на сетку  $R_j$   
Правильный ответ: В, А, Г, Б  
Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

### **Задания открытого типа**

#### **Задания открытого типа на дополнение**

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).  
Жидкость рассматривается как \_\_\_\_\_ среда, потому что она движется без образования разрывов и пустот.  
Правильный ответ: сплошная.  
Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Теорема Гельмгольца о скоростях и перемещениях точек жидкой частицы гласит, что во всякий данный момент времени \_\_\_\_\_ равна векторной сумме трёх скоростей

Правильный ответ: скорость любой точки бесконечно малой жидкой частицы.

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

\_\_\_\_\_ – линия, изображающая путь, пройденный частицей за определенный промежуток времени.

Правильный ответ: траектория.

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

\_\_\_\_\_ – мгновенная векторная линия, в каждой точке которой в данный момент времени касательная по направлению совпадает с вектором скорости.

Правильный ответ: линия тока.

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

5. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

\_\_\_\_\_ – поверхность, образованная линиями тока, проведёнными в данный момент времени через все точки замкнутого контура, нормального к линиям тока и находящегося в области движения жидкости

Правильный ответ: трубка тока.

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

### **Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. Идеальная жидкость (*Ответ запишите в виде определения*)

Правильный ответ: Абстрактная жидкость (сжимаемая или несжимаемая), в которой отсутствует вязкость.

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

2. Вязкая жидкость (*Ответ запишите в виде определения*)

Правильный ответ: Среда, в которой тензор напряжений является суммой шарового тензора и тензора касательных (вязких) напряжений

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

3. Динамическая вязкость (*Ответ запишите в виде определения*)

Правильный ответ: определяет величину сопротивления течучести жидкости при перемещении её слоя площадью 1 см<sup>2</sup> на расстояние в 1 см со скоростью 1 см/сек.

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

4. Кинематическая вязкость (*Ответ запишите в виде определения*)

Правильный ответ: это соотношение коэффициента динамической вязкости жидкости к её плотности

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

5. Закон сохранения энергии для идеальной жидкости: (*Ответ запишите в виде формулы*)

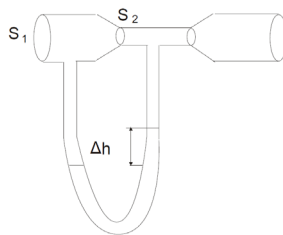
Правильный ответ:  $\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gh$ .

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

### Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Решить задачу:

Несжимаемая однородная жидкость плотности  $\rho$  движется по трубке переменного сечения (площади поперечных сечений  $S_1$  и  $S_2$  известны). С трубкой соединен манометр U-образной формы, содержащий ртуть плотности  $\rho_{\text{рт}}$  (трубка Вентурра). Разность уровней ртути в манометре  $\Delta h$ .



Определить скорость течения жидкости по трубе.

Привести расширенное решение.

Время выполнения 25 минут.

Ожидаемый результат:

Обозначим  $p_1$ ,  $v_1$  соответственно

давление и скорость жидкости в трубе с поперечным сечением  $S_1$ , а в сечении  $S_2$  -  $p_2$  и  $v_2$  (см. рисунок). Выберем

линию тока из сечения  $S_1$  в сечение  $S_2$ , вдоль нее будет справедливо уравнение Бернулли:

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho}$$

Из закона сохранения массы жидкости, протекающей через поперечное сечение трубы в единицу времени следует, что

$$v_1 S_1 = v_2 S_2$$

Решая эти два уравнения относительно  $v_1$ , получаем

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho \left[ \frac{S_1^2}{S_2^2} - 1 \right]}}$$

Поскольку разность уровней ртути в манометре измеряет разность давлений  $p_1 - p_2 = \rho_{рт} g \Delta h$ , окончательно имеем:

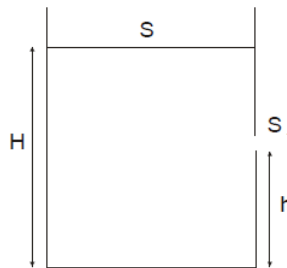
$$v_1 = \sqrt{\frac{2\rho_{рт} g \Delta h}{\rho \left[ \frac{S_1^2}{S_2^2} - 1 \right]}}$$

Критерии оценивания:

- выбор линии тока вдоль которой будет справедливо уравнение Бернулли;
  - запись закона сохранения массы;
  - решение уравнения Бернулли и уравнения сохранения массы относительно  $v_1$ ;
- Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

2. Решить задачу:

Найти скорость  $v_0$  истечения тяжелой несжимаемой жидкости из малого отверстия в стенке широкого сосуда. Считать, что давление на свободной поверхности и в струе жидкости на выходе из сосуда равно атмосферному  $p_a$ , а площадь свободной поверхности  $S$  много больше площади отверстия  $S_0$ . Уровень жидкости в сосуде относительно дна -  $H$ , расстояние от отверстия до дна -  $h$  (см. рисунок).



Привести расширенное решение.

Время выполнения 25 минут.

Ожидаемый результат:

Выбираем линию тока, идущую от поверхности к отверстию. На поверхности и в струе непосредственно за отверстием давление одинаково -  $p_a$ , а скорость снижения уровня жидкости в сосуде пренебрежимо мала ( $v \approx 0$ ), поскольку  $S_0 \ll S$ . Направим ось  $z$  вертикально вверх, т.е. против направления вектора ускорения свободного падения  $\vec{g}$ . При таких условиях уравнение Бернулли принимает вид:

$$\frac{p_0}{\rho} + gH = \frac{v_0^2}{2} + \frac{p_a}{\rho} + gh$$

откуда следует известная формула Торричелли

$$v_0 = \sqrt{2g(H - h)}$$

Критерии оценивания:

- выбор линии тока идущую от поверхности к отверстию;
- выбор направления оси  $z$ ;
- запись уравнения Бернулли
- запись уравнения Торричелли.

Компетенции (индикаторы): УК-1, ПК-1

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине «Практикум на ЭВМ по гидроаэродинамике» соответствует требованиям ГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической  
комиссии института транспорта и логистики



Е.И. Иванова

### Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры<br>(кафедр), на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись (с<br>расшифровкой)<br>заведующего кафедрой<br>(заведующих кафедрами) |
|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |