

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.

« 16 » 02 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Численное моделирование в аэрогидромеханике»
01.03.03 Механика и математическое моделирование
«Механика деформируемых тел и сред»

Разработчик:

докт. техн. наук, профессор  Сёмин Д.А.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры гидрогазодинамика

от «14» января 2025г., протокол №3

Заведующий кафедрой  Мальцев Я.И.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Численное моделирование в аэрогидромеханике»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Определение модели жидкости:

- 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 текучая среда, без пустот и 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. 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. Уравнение неразрывности (закон сохранения вещества):

А) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = -\frac{\nabla p}{\rho} + \vec{f}$;

Б) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{v}) = 0$;

В) $\frac{dU}{dt} = (\vec{v} \cdot \nabla) U + \frac{\partial U}{\partial t}$;

Г) $\frac{\partial \rho}{\partial t} - \nabla(\rho \vec{v}) = 0$.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

4. 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

Установите правильное соответствие.

1. 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. 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. 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) |

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

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

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

4) Удельная скорость диссипации Г)

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

Правильный ответ:

1	2	3	4
А	В	Б	Г

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

4. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Физическая величина		Единица измерения	
1) Алгоритм PISO	А)	Алгоритм	трехдиагональной матрицы
2) Методы Якоби	Б)	Точечно-итерационные алгоритмы общего назначения	
3) Итерационный метод Гаусса-Зейделя	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

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность позиций в буквенном обозначении слева направо.

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

- А) построение расчётной сетки
- Б) создание 3D 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

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Жидкость рассматривается как _____ среда, потому что она движется без образования разрывов и пустот.

Правильный ответ: сплошная текучая.

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

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

Правильный ответ: скорость жидкой частицы.

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

3. _____ – линия, изображающая путь, пройденный частицей за определенный промежуток времени.

Правильный ответ: траектория.

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

4. _____ – 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. _____ – 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

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Идеальная жидкость — это гипотетическая жидкость (сжимаемая или несжимаемая), в которой отсутствует _____.

Правильный ответ: вязкость

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

2. Вязкая жидкость – это среда, в которой тензор напряжений является суммой сферического тензора и тензора касательных (вязких) _____.

Правильный ответ: напряжений

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

3. Динамическая вязкость определяет величину _____ течению жидкости при перемещении её слоя площадью 1 м² на расстояние в 1 м со скоростью 1 м/с

Правильный ответ: сопротивления.

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

4. Кинематическая вязкость это соотношение коэффициента динамической вязкости жидкости к её _____.

Правильный ответ: плотности

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

5. Закон сохранения _____ для идеальной жидкости:

$$\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gh = const.$$

Правильный ответ: энергии

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Опишите последовательность численного решения задачи обтекания крылового профиля плоским равномерным турбулентным потоком вязкой несжимаемой жидкости в одном из пакетов CFD:

Время выполнения 35 минут.

Ожидаемый результат:

1. Постановка гидродинамической задачи.
 - 1.1. Обоснование и выбор уравнения движения среды, обтекающей крыловой профиль.
 - 1.2. Обоснование и выбор уравнения неразрывности течения обтекающей среды.
 - 1.3. Обоснование и выбор модели турбулентности.
2. Обоснование и выбор программного комплекса CFD.
 - 2.1. Построение расчетной области.
 - 2.2. Построение контура обтекаемого крылового профиля.
 - 2.3. Обоснование и выбор положения левой границы расчетной области.
 - 2.4. Обоснование и выбор положения правой границы расчетной области.
 - 2.5. Обоснование и выбор положения верхней и нижней границ расчетной области.
3. Постановка граничных условий.
 - 3.1. Граничные условия на контуре обтекаемого крылового профиля.
 - 3.2. Граничные условия на левой границе расчетной области.
 - 3.3. Граничные условия на правой границе расчетной области.
 - 3.4. Граничные условия на верхней и нижней границах расчетной области.
4. Настройка параметров солвера.
5. Настройка мониторов для отслеживания определяющих данное течение величин и контроля процесса сходимости решения.
6. Запуск солвера на решение созданной математической модели.
7. Загрузка полученных данных в постпроцессор для представления гидродинамической картины течения и анализа результатов моделирования.

Критерии оценивания: полное соответствие приведенной выше последовательности.

Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

2. Опишите последовательность численного решения задачи течения турбулентного потока вязкой несжимаемой жидкости в диффузоре (в одном из пакетов CFD):

Время выполнения 25 минут.

Ожидаемый результат:

1. Подготовить в одном из графических редакторов 3D модель расчетной области соответствующего течения;
2. Выбрать соответствующую математическую модель течения;
3. Выбрать обоснованную модель турбулентности;

4. создать расчетную сетку и выполнить пространственную дискретизация расчетной области;
 5. Записать начальные и граничные условия, соответствующие входному, выходному сечений и боковой поверхности диффузора;
 6. настроить параметры решателя;
 7. настроить мониторы для отслеживания определяющих данное течение величин и контроля процесса сходимости решения;
 8. выполнить решение получившейся математической модели
 9. загрузить полученные данные в постпроцессор для анализа результатов моделирования (сравнить с результатами физического эксперимента).
- Критерии оценивания: полное соответствие приведенной выше последовательности.
- Компетенции (индикаторы): УК-1; ПК-1.

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) *по дисциплине «Численное моделирование в аэрогидромеханике»* 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

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