**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Моделирование турбулентности»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

 *Выберите один правильный ответ*

1. Турбулентное течение жидкости:

А) упорядоченное течение жидкости

Б) установившееся течение жидкости

В) течение с интенсивным перемешиванием слоев жидкости

Г) слоистое течение жидкости

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

2. Наиболее общими уравнениями динамики вязкой жидкости являются :

А) Уравнения Навье-Стокса

Б) Уравнения в напряжениях

В) Уравнения Рейнольдса

Г) Уравнения Эйлера

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

3. Уравнение неразрывности (закон сохранения вещества):

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

Б) $\frac{∂ρ}{∂t}+∇\left(ρ\vec{v}\right)=0$;

В)$\frac{dU}{dt}=\left(\vec{v}∙∇\right)U+\frac{∂U}{∂t}$;

Г) $\frac{∂ρ}{∂t}-∇\left(ρ\vec{v}\right)=0$.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

4. При турбулентном движении

А) возникают только нормальные напряжения;

Б) возникают как нормальные, так и касательные напряжения;

В) возникают только касательные напряжения;

Г) напряжения отсутствуют.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

*Установите правильное соответствие.*

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1) | Уравнения Навье-Стокса | А) |  |
| 2) | Уравнения в напряжениях | Б) |  |
| 3) | Уравнения Рейнольдса | В) |  |
| 4) | Уравнения Громеки-Ламба | Г) |  |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1) | Модель турбулентности Буссинеска | А) | $\frac{∂\left(ρω\right)}{∂t}+\frac{∂\left(ρv\_{j}ω\right)}{∂x\_{j}}=\frac{γ}{ν\_{t}}\tilde{P}-βρω^{2}+\frac{∂}{∂x\_{j}}\left[\left(μ+σ\_{ω}μ\_{t}\right)\frac{∂ω}{∂x\_{j}}\right]+\left(1-F\_{1}\right)\frac{ρσ\_{ω2}}{ω}\frac{∂k}{∂x\_{j}}\frac{∂ω}{∂x\_{j}};$ |
| 2) | Модель турбулентности Ментера | Б) |  |
| 3) | Модель турбулентности Колмогорова-Прандтля | В) |  |
| 4) | Модель турбулентности  | Г) |  |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1) | Модифицированная турбулентная вязкость | А) | $$P=\sqrt{\frac{3}{2}}∙\overbar{u}∙I∙l$$ |
| 2) | Турбулентная кинетическая энергия | Б) | $$ε=ρС\_{μ}∙\frac{k^{2}}{μ∙β^{'}}$$ |
| 3) | Скорость диссипации турбулентности | В) | $$k=\frac{3}{2}∙\left(\overbar{u}∙I\right)^{2}$$ |
| 4) | Удельная скорость диссипации | Г) | $$ω=\frac{ε}{k}$$ |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Физическая величина |  | Единица измерения |
| 1) | Метод DNS | А) | Комбинация RANS и LES |
| 2) | Метод LES | Б) | RANS с «отфильтрованными» мелкими вихрями |
| 3) | Метод RANS | В) | Численное решение уравнений уравнений Навье-Стокса осредненных по Рейнольдсу  |
| 4) | Метод DES | Г) | Непосредственное численное решений уравнений Навье-Стокса |

Правильный ответ:

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

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

**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): ОПК-1; ОПК-2.

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): ОПК-1; ОПК-2.

3. Расположите этапы построение 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): ОПК-1; ОПК-2.

4. Расположите этапы формирования и обработки сетки в тонких областях в правильной последовательности:

А) формирование пар близких поверхностей 𝑅𝑖 ∪ 𝑅j из

связных треугольников Б) коррекция тонких областей

В) формирование пар близких треугольников смещенной

сетки 𝐵′

Г) «отображение» сетки 𝑅𝑖 на сетку 𝑅j

Правильный ответ: В, А, Г, Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

**Задания открытого типа**

**Задания открытого типа на дополнение**

*Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

1. Турбулентные \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_порождаются пульсационными компонентами средней скорости жидкой частицы

Правильный ответ: напряжения.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

1. Гипотезы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ связывают касательные напряжения в турбулентном потоке с его кинематическими параметрами.

Правильный ответ: турбулентности.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

1. Гипотезы турбулентности подразделяют на\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ и дифференциальные.

Правильный ответ: алгебраические.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

1. Гипотеза Буссинеска относится к \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_гипотезам турбулентости.

Правильный ответ: алгебраическим.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

5.\_  модель является\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ моделью тубулентности

Правильный ответ: дифференциальной.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

**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): ОПК-1; ОПК-2.

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

Правильный ответ: напряжений

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

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): ОПК-1; ОПК-2.

4. Кинематическая турбулентная вязкость это соотношение коэффициента её турбулентной динамической вязкости жидкости к \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: плотности

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

1. Составляющие\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_напряжения в турбулентном потоке представлены девятью попарными осредненными произведениями пульсационных составляющих скорости жидкой частицы на ее плотность.

Правильный ответ: тензора

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

**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 – 45 мин.

Ожидаемый результат:

1. Постановка гидродинамической задачи.
	1. Обоснование и выбор уравнения движения среды, обтекающей крыловой профиль.
	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.

 2.1. Построение контура обтекаемого крылового профиля.

 2.2. Обоснование и выбор положения левой границы расчетной области.

 2.3. Обоснование и выбор положения правой границы расчетной области.

 2.4. 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 содержательное соответствие.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.

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

Время выполнения – 45 мин.

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 содержательное соответствие.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1; ОПК-2.