

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровой инжиниринг высокотехнологичных систем и процессов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Н Робототехника и инновационная инженерия
Выпускающая кафедра	Н3 Механика деформируемого твердого тела
Кафедра-разработчик рабочей программы	Н3 Механика деформируемого твердого тела

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	39	13	13	13	69	0	0	69	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

15.03.03 Прикладная механика

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Вересов Даниил Константинович, ассистент

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Крутова Вероника Александровна, д.т.н., профессор, заведующий
кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **НЗ Механика деформируемого твердого тела**

Заведующий кафедрой Крутова В.А., д.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

НЗ Механика деформируемого твердого тела

Заведующий кафедрой Крутова В.А., д.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-9.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-9.1

знания:

Основные понятия гидродинамики;

Уравнения гидродинамики идеальной и вязкой жидкости;

Общие свойства течений идеальной жидкости;

Теория плоских и пространственных безвихревых течений идеальной жидкости;

Вихревые движения идеальной жидкости;

Приближенные подходы к анализу вязких течений;

Турбулентное течение жидкости.;

умения:

Формулировать и решать краевые задачи для плоских и пространственных безвихревых и вихревых течений идеальной жидкости, краевые задачи для течений вязкой жидкости.;

навыки:

Владение аналитическими методами исследования плоских и пространственных безвихревых и вихревых течений идеальной жидкости, методами исследования течений вязкой жидкости; математическим моделированием физических задач..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРАКТИКУМ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ, ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-14 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ОПК-2 — Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий
- ПК-9.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-9.1
4	8	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения морской среды. Ламинарные и турбулентные течения жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности. Уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности.	35	12	4	4	4	23	33
4	8	Раздел 2. Основы и методы прямого численного моделирования. Методы крупных и мелких вихрей. Уравнения метода крупных вихрей и подсеточные модели турбулентности. Метод прямого численного моделирования.	35	12	4	4	4	23	33
4	8	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости. Сеточные методы. Метод конечных разностей. Метод контрольного объема. Метод конечных элементов. Метод построения расчетных сеток.	38	15	5	5	5	23	34
Всего за 8 семестр			108	39	13	13	13	69	100
Всего по дисциплине			108	39	13	13	13	69	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.	Моделирование течения жидкости и газа в прямолинейной трубе. Ламинарный и турбулентный потоки.	4
2	Раздел 2. Основы и методы прямого численного моделирования.	Расчет присоединенных масс тела вращения при обтекании потоком жидкости.	4
3	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Расчет перетока жидкости в тройнике.	5
Всего за 8 семестр			13

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.	Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности. Уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности. Особенности течения вязкой жидкости в трубе.	4
2	Раздел 2. Основы и методы прямого численного моделирования.	Расчет внешнего обтекания тела вращения потоком жидкости.	4
3	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Расчет перетока жидкости в клапане.	5
Всего за 8 семестр			13

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Предмет, содержание и	Расчет пневматической системы.	23

	методы вычислительной гидродинамики.		
2	Раздел 2. Основы и методы прямого численного моделирования.	Расчет коэффициента лобового сопротивления и присоединенных масс тела вращения.	23
3	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Расчет гидравлической системы.	23
Всего за 8 семестр			69

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8			ЛР			ДР	Задан			ДР		Задан, Вопр.Диф.Зач	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Задан – задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ЛР – лабораторная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. . Прикладная гидродинамика. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. Г. Дегтярь, В. И. Пегов. . Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок. МиассБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/?u=>;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
2. КОМПАС-3D V21.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. КОМПАС-3D V21.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. КОМПАС-3D V21.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Н Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н3 Механика деформируемого твердого тела*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-9.1 Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами численного решения основных задач гидродинамики и учетом гидродинамических явлений при оценки прочности конструкций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**13 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), лабораторный практикум (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.		
Расчет пневматической системы.	Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. . Прикладная гидродинамика: Москва: Юрайт, 2022 (1-3) В. Г. Дегтярь, В. И. Пегов. . Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок: МиассБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-3)	23
Итого по разделу 1		23
Раздел 2. Основы и методы прямого численного моделирования.		
Расчет коэффициента лобового сопротивления и присоединенных масс тела вращения.	В. Г. Дегтярь, В. И. Пегов. . Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок: МиассБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-3) Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. . Прикладная гидродинамика: Москва: Юрайт, 2022 (1-3)	23
Итого по разделу 2		23
Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.		
Расчет гидравлической системы.	В. Г. Дегтярь, В. И. Пегов. . Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок: МиассБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-3) Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. . Прикладная гидродинамика: Москва: Юрайт, 2022 (1-3)	23
Итого по разделу 3		23

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Лабораторная работа

Лабораторные работы охватывают тематики численного моделирования базовых (модельных) задач гидродинамики в целях сравнения точного и приближенного решения.

После выполнения лабораторной работы обучающийся оформляет отчет по ГОСТ 7.32 и защищает работу.

Под защитой понимается устный ответ на вопросы преподавателя по тематике проведенной работы.

Задание

Практические работы охватывают тематики численного моделирования базовых (модельных) задач гидродинамики в целях сравнения точного и приближенного решения.

После выполнения практической работы обучающийся оформляет отчет по ГОСТ 7.32 и защищает работу.

Под защитой понимается устный ответ на вопросы преподавателя по тематике проведенной работы.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Система уравнений Навье-Стокса: вывод и физический смысл;
2. Классификация уравнений в частных производных задач гидродинамики;
3. Граничные условия в CFD;
4. Метод конечных разностей;
5. Метод конечных объемов;
6. Схемы аппроксимации конвективных членов;
7. Явные и неявные методы интегрирования по времени;
8. Алгоритм SIMPLE;
9. Итерационные методы решения СЛАУ;
10. Моделирование турбулентности: RANS, LES, DNS;
11. Понятие о разрешении пограничного слоя;
12. Типы сеток и качество сетки;
13. Сходимость, устойчивость и консервативность решения;
14. Практический CFD-процесс: от CAD к постобработке;
15. Верификация и валидация.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в соответствии с критериями, содержащимися в технологической карте.

Дифференцированный зачет проходит в формате письменного ответа на вопросы. Каждому обучающемуся предлагается билет из 3-х вопросов.

Критерии оценивания:

Верный ответ на 1 вопрос - "Удовлетворительно";

Верные ответы на 2 вопроса - "Хорошо";

Верные ответы на все 3 вопроса - "Отлично".

В течении семестра действует балльно-рейтинговая система, в соответствии с которой по результатам работы в семестре обучающийся имеет право на получение оценки без сдачи дифференцированного зачета. Критерии перевода баллов в оценку в соответствии с БРС:

85 - 100 "зачтено-отлично";

75 – 84 "зачтено-хорошо";

60 - 74 "зачтено-удовлетворительно";

менее 60 - «не зачтено».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-9.1	
4	8	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.	35	12	4	4	4	23	33	Лабораторная работа
4	8	Раздел 2. Основы и методы прямого численного моделирования.	35	12	4	4	4	23	33	Задание
4	8	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	38	15	5	5	5	23	34	Задание, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	39	13	13	13	69	100	
Всего по дисциплине			108	39	13	13	13	69	100	

Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

ПК-9.1 - Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В чём состоит валидация модели?
- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность
Опишите этапы постановки задачи обтекания крыла потоком воздуха в Ansys
1. Создание геометрической модели крыла на основе заданных характеристик – профиля крыла, его размаха и формы в плане
 2. Создание вокруг крыла внешней геометрии – расчетной области, обоснование геометрических размеров расчетной области и расстояния от границ расчетной области до крыла в зависимости от предполагаемых режимов обтекания (до- или сверхзвуковое течение)
 3. Обозначение границ
 4. Построение сеточной модели с учётом необходимости разрешения пограничных слоёв, ударно-волновых структур, вихревых зон
 5. Выбор решателя и его настройки (тип решателя, численная схема, пороговые значения невязок, отслеживаемые параметры)
 6. Обоснование принимаемых допущений (модель среды, учёт вязкости, учёт теплообмена между телом и средой)
 7. Задание граничных условий - выбор типов задаваемых условий и определение параметров на границах
 8. Инициализация – задание начального распределения параметров в расчетной области
 9. Обработка полученных результатов – построение полей распределения параметров и графиков распределения параметров, получение значений сил и моментов, действующих на крыло
 10. Оценка сеточной сходимости
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность
Опишите этапы постановки задачи течения жидкости в клапане в Ansys
1. Создание геометрической модели клапана на основе заданных сведений
 2. Создание расчетной области с помощью выполнения булевой операции
 3. Обозначение границ
 4. Построение сеточной модели с учётом необходимости разрешения пограничных слоёв
 5. Выбор решателя и его настройки (тип решателя, численная схема, пороговые значения невязок, отслеживаемые параметры)
 6. Обоснование принимаемых допущений (модель среды, учёт вязкости, учёт теплообмена между телом и средой)
 7. Задание граничных условий - выбор типов задаваемых условий и определение параметров на границах
 8. Инициализация – задание начального распределения параметров в расчетной области
 9. Обработка полученных результатов – построение полей распределения параметров и графиков распределения параметров

10. Оценка сеточной сходимости

- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Отношение скорости потока в данной точке к местной скорости звука называют ...
- 1 число Маха
 - 2 число Крокко
 - 3 число Нуссельта
 - 4 число Рейнольдса
 - 5 число Кнудсена
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Безразмерный параметр, который характеризует соотношение между инерционными силами и гравитационными силами в потоке жидкости или газа - это...
- 1 число Маха
 - 2 число Фруда
 - 3 число Нуссельта
 - 4 число Рейнольдса
 - 5 число Кнудсена
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Безразмерная величина, которая характеризует отношение инерционных сил к силам вязкого трения в потоке жидкости или газа - это...
- 1 число Маха
 - 2 число Фруда
 - 3 число Нуссельта
 - 4 число Рейнольдса
 - 5 число Кнудсена
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Термически совершенный газ, описываемый моделью текучей среды "ideal gas" в Ansys подчиняется уравнениям...
- 1 термическому уравнению состояния Менделеева - Клапейрона
 - 2 калорическому уравнению состояния $U = c_v T$
 - 3 уравнению Ван-дер-Ваальса
 - 4 уравнению Редлиха – Квонга
 - 5 калорическому уравнению состояния $U = c T$
 - 6 термическому уравнению состояния $\rho = \text{const}$
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие критерии подобия считают основными в аэродинамике летательного аппарата при проведении физических экспериментов в аэродинамических трубах?

- 1 Число Маха
- 2 Число Рейнольдса
- 3 Число Крокко
- 4 Число Фруда
- 5 Число Стокса
- 6 Число Нуссельта

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

На какие критерии необходимо опираться при построении расчетной сетки гидродинамической области вокруг тела?

- 1 y^+
- 2 число Куранта-Фридрихса-Леви
- 3 вязкость среды
- 4 число Нуссельта

5 Число Стокса

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чём состоит верификация модели?

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Перечислите, по каким критериям при проведении аэродинамических экспериментов обеспечивают подобие приведенные величины:

- 1 Число Рейнольдса
- 2 Число Фруда
- 3 Число Маха
- 4 Число Струхала

a подобие по вязкости среды

b подобие по массовым силам (сила тяжести)

c подобие по сжимаемости среды

d подобие по времени процесса

e подобие по тепловым потокам

f подобие по скорости движения

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

При математическом и компьютерном моделировании используют широкий круг понятий, определяющих правильность выбора модели. Опишите эти понятия:

- 1 адекватность
- 2 валидация
- 3 верификация
- 4 сходимость

a свойство модели обеспечивать соответствие моделируемому изделию (процессу или явлению) по обоснованному перечню характеристик

b процесс определения степени того, насколько модель является точным представлением реального мира с точки зрения предполагаемого использования модели

c процесс определения соответствия компьютерной модели или программы математической модели, подтверждение корректности решения уравнений математической модели

d способность метода приводить к точному решению за конечное число шагов

e раздел цифровых, интеллектуальных технологий, связанных с изучением активности мозга, восприятием и распознаванием сигналов, исследованием и моделированием механизмов принятия решений

f система взаимосвязанных вычислительных устройств, которые могут собирать и передавать данные по беспроводной сети без участия человека

g представление математической модели в форме алгоритма, который может быть реализован в виде компьютерной программы