

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Динамика, прочность машин, приборов, аппаратуры
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 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	
5	9	3	108	34	0	17	17	74	0	0	74	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.04.03 Прикладная механика

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Крыжевич Геннадий Брониславович, д.т.н., профессор, профессор

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Санников Владимир Антонович, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Заведующий кафедрой Санников 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-1.2 — Способен учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме

ОПК-10 — Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1.2

знания:

физико-математические основы гидродинамики, а также сопряжённые задачи механики деформируемых сред, при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме;;

умения:

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования циклических, температурных, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных и др. внешних воздействий;;

навыки:

составления расчетных схем гидромеханических систем, обработка экспериментов; разработки и применения математических и компьютерных моделей для решения задач механики жидкости и особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры; применения современного математического и программного продуктов для решения технических задач..

ОПК-10

знания:

физико-математические основы гидродинамики, а также сопряжённые задачи механики деформируемых сред, при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме;;

умения:

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования циклических, температурных, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных и др. внешних воздействий;;

навыки:

составления расчетных схем гидромеханических систем, обработка экспериментов; разработки и применения математических и компьютерных моделей для решения задач механики жидкости и особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры; применения современного математического и программного продуктов для решения технических задач..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **CAD/CAE ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ**

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.2	ОПК-10
5	9	Раздел 1. Предмет, задачи и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения жидкости и газа. Математические модели движения морской среды Ламинарные и турбулентные течения жидкости Уравнение неразрывности Уравнения Навье-Стокса, начальные и граничные условия Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности Уравнения Рейнольдса и полумпирические модели турбулентности.	25	5	3	2	20	20	20
5	9	Раздел 2. Основы и методы вычислительной гидродинамики. Метод крупных вихрей Уравнения метода крупных вихрей и подсеточные модели турбулентности Гибридные методы Метод прямого численного моделирования Турбулентность в стратифицированных средах.	31	11	5	6	20	20	20
5	9	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости. Сеточные методы Метод конечных разностей Метод контрольного объема Метод конечных элементов Метод Галеркина и слабая формулировка задачи Семейства проекционных и базисных функций Сведение краевой задачи к решению задачи Коши Схема расщепления и методы определения давления Методы построения расчетных сеток.	33	13	6	7	20	30	30
5	9	Раздел 4. Пакеты вычислительной гидродинамики. Классификация пакетов Коммерческие пакеты Открытые пакеты.	19	5	3	2	14	30	30
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Предмет, задачи и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения жидкости и газа.	Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности Уравнения Рейнольдса и полумпирические модели турбулентности.	2
2	Раздел 2. Основы и методы вычислительной гидродинамики.	Метод крупных вихрей Уравнения метода крупных вихрей и подсеточные модели турбулентности	6
3	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Расчет истечения газа из сопла	7
4	Раздел 4. Пакеты вычислительной гидродинамики.	Расчет взаимодействия струи газа со стенкой	2
Всего за 9 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Предмет, задачи и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения жидкости и газа.	Особенности течения вязкой жидкости в трубе	3
2	Раздел 2. Основы и методы вычислительной гидродинамики.	Особенности течения вязкой жидкости в зоне резкого расширения трубы	5
3	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Течение вязкой жидкости в канале с уступом	6
4	Раздел 4. Пакеты вычислительной гидродинамики.	Течение вязкой жидкости между вращающимися трубами	3
Всего за 9 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Предмет, задачи и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения жидкости и газа.	Математические модели движения морской среды Ламинарные и турбулентные течения жидкости Уравнение неразрывности Уравнения Навье-Стокса, начальные и граничные условия	20
2	Раздел 2. Основы и методы вычислительной гидродинамики.	Метод крупных вихрей Уравнения метода крупных вихрей и подсеточные модели турбулентности Гибридные методы Метод прямого численного моделирования Турбулентность в стратифицированных средах.	20
3	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Расчет гидравлической системы	20
4	Раздел 4. Пакеты вычислительной гидродинамики.	Расчет гидравлической системы	14
Всего за 9 семестр			74

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9						ДР		ТекК		ДР					ТекК	ДР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;

- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Численные методы. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
2. Г. В. Белов. . Термодинамика. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987, 27 экз.
4. О. С. Зенкевич. . Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Д. Андерсон, Дж. Тannehill, Р. Плетчер. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1990, 3 экз.
2. И. О. Хинце. . Турбулентность. М.: ФИЗМАТГИЗ, 1963, 2 экз.
3. К. К. Федяевский, Я. И. Войткунский, Ю. И. Фаддеев. . Гидромеханика. Л.: Судостроение, 1968, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

не требуется.

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:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

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

6.2. Лабораторные занятия:

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

6.3. 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 **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.2 Способен учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме;
ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математикой, физикой, и служит основой для освоения таких дисциплин, как основы автоматизированного проектирования, двигатели летательных аппаратов, и т.п.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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, задачи и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения жидкости и газа.		
Математические модели движения морской среды Ламинарные и турбулентные течения жидкости Уравнение неразрывности Уравнения Навье-Стокса, начальные и граничные условия	К. К. Федяевский, Я. И. Войткунский, Ю. И. Фаддеев. . Гидромеханика: Л.: Судостроение, 1968 (3-7) Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1990 (1-3) Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (1-5)	20
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Основы и методы вычислительной гидродинамики.		
Метод крупных вихрей Уравнения метода крупных вихрей и подсеточные модели турбулентности Гибридные методы Метод прямого численного моделирования Турбулентность в стратифицированных средах.	Г. В. Белов. . Термодинамика: Москва: Юрайт, 2020 (3-4) И. О. Хинце. . Турбулентность: М.: ФИЗМАТГИЗ, 1963 (3-7)	20
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.		
Расчет гидравлической системы	. Численные методы: Москва: Юрайт, 2019 (1-7) Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1990 (3-5)	20
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Пакеты вычислительной гидродинамики.		
Расчет гидравлической системы	Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1990 (2-8) О. С. Зенкевич. . Метод конечных элементов в технике: М.: Мир, 1975 (2-7)	14
Итого по разделу 4		14

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- 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.

Вопросы для текущего контроля

Кинематика жидкой частицы

Классификация течений жидкости

Моделирование внутренних течений.

Моделирование течения в канале

Вопросы к дифференцированному зачету

Математические модели движения морской среды

Ламинарные и турбулентные течения жидкости

Уравнение неразрывности

Уравнения Навье-Стокса, начальные и граничные условия

Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности

Уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности

Метод крупных вихрей

Уравнения метода крупных вихрей и подсеточные модели турбулентности

Гибридные методы

Метод прямого численного моделирования

Турбулентность в стратифицированных средах

Аппроксимация уравнений движения жидкости

Сеточные методы

Метод конечных разностей

Метод контрольного объема

Метод конечных элементов

Метод Галеркина

Семейства проекционных и базисных функций

Методы решения задачи Коши

Схема расщепления и методы определения давления

Методы построения расчетных сеток

Пакеты вычислительной гидродинамики. Классификация пакетов

Коммерческие пакеты

Открытые пакеты

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет состоит из решения задачи и последующего ответа на 2-3 теоретических вопроса. Диф. зачет выставляется в случае защиты курсовой работы на одну из оценок "отлично", "хорошо" или "удовлетворительно" и положительного результата текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы.

Оценка «зачтено - отлично»:

решена задача и получены полные ответы на два вопроса.

Оценка «зачтено - хорошо»:

решена задача и получен ответ минимум на один вопрос

Оценка «зачтено - удовлетворительно»:

решена задача без полноценного ответа на любой из двух вопросов

Оценка «не зачтено»:

задача не решена.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.2	ОПК-10	
5	9	Раздел 1. Предмет, задачи и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения жидкости и газа.	25	5	3	2	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Основы и методы вычислительной гидродинамики.	31	11	5	6	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	33	13	6	7	20	30	30	Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 4. Пакеты вычислительной гидродинамики.	19	5	3	2	14	30	30	Вопросы для текущего контроля
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	

ПК-1.2 - Способен учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Для возможности использования широкого ряда расчетных сеток (тетраэдрические сетки, пирамиды, призмы, полиэдры) программные пакеты CFX, Ansys Fluent, Star-CD, Star-CCM+) сочетают в себе черты двух следующих численных методов - конечных объемов и ...

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Напорное движение:

А. Движение жидкости в каналах, при котором поток имеет свободную поверхность и

полностью не соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление

отличается от атмосферного.

В. Движение жидкости в трубах, при котором поток не имеет свободной поверхности и

полностью соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление отличается

от атмосферного.

С. Движение жидкости, при котором поток имеет свободную поверхность, а давление на нее

равно атмосферному.

Д. Нет правильного ответа

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

Формулы для вычисления коэффициента гидравлического сопротивления.

1) Область ламинарного режима:

2) Область гидравлически гладких труб:

3) Область смешанного трения:

$$2) \quad \lambda = f(\text{Re}); \quad 2300 < \text{Re} \leq 10 \frac{d}{\Delta}; \quad \lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \text{ - формула Блазиуса;}$$

$$1) \quad \lambda = f\left(\text{Re}, \frac{\Delta}{d}\right); \quad 10 \frac{d}{\Delta} < \text{Re} \leq 500 \frac{d}{\Delta}; \quad \lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{\text{Re}} + \frac{\Delta}{d}\right)^{0,25} \text{ - формула Альтшуль}$$

$$3) \quad \lambda = f(\text{Re}); \quad \text{Re} < 2300; \quad \lambda = \frac{64}{\text{Re}};$$

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В двухпараметрической k-ε модели параметр ε представляет собой скорость ... турбулентной кинетической энергии. В двухпараметрической l параметр l представляет собой скорость диссипации турбулентной кинетической энергии.

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Уравнения Рейнольдса описывают поведение ... гидродинамического поля скоростей

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

К каждой цифровой позиции подберите соответствующую буквенную позицию

1 - вязкость

2 - число Рейнольдса

3 - давление

а - МПа

б - сСт

в - безразмерная величина

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Поток является струей, если он:

А. Ограничен твердыми стенками не со всех сторон и имеющий по всей длине свободную поверхность;

В. Ограничен поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при

переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину;

С. Ограничен со всех сторон твердыми стенками;

Д. Неограничен со всех сторон твердыми стенками.

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Линия тока это:

А. Кривая, проведенная внутри потока жидкости таким образом, что скорости всех частиц, находящихся на ней в данный момент времени, нормальны к этой кривой;

В. Линия, по которой распределен поток жидкости;

С. Воображаемая кривая, проведенная внутри потока жидкости таким образом, что скорости всех частиц, находящихся на ней в данный момент времени, касательны к этой кривой;

Д. Кривая, проведенная снаружи потока жидкости таким образом, что скорости всех частиц, находящихся на ней в данный момент времени, параллельны этой кривой;

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность
Неравномерным движением называется:

А. Если движение жидкости идет с постоянным напором;

В. Если движение жидкости неустановившееся, форма сечений вдоль потока изменяются, средние скорости во всех поперечных сечениях потока одинаковы;

С. Если движение жидкости установившееся и одновременно с этим размеры и форма сечений вдоль потока не изменяются и, средние скорости во всех поперечных сечениях потока одинаковы;

Д. Это движение жидкости, при котором скорости частиц в соответствующих точках двух смежных сечений потока неодинаковы и меняются с изменением этих сечений.

Е. Если движение жидкости идет с переменным напором;

Ф. Установившееся движение жидкости, когда по длине потока изменяются его поперечное сечение, а следовательно, и средняя скорость.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Интегрирование двухточечного коэффициента корреляции по пространству позволяет получить интегральный масштаб, характеризующих ли размер ...

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Соппротивление трения следует моделировать по:

1. числу Фруда

2. числу Рейнольдса

3. числу Вебера

4. числу Эйлера

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Рейнольдсовы напряжения представляют собой:

1. вектор

2. тензор второго ранга

3. тензор третьего ранга

4. шаровой тензор

№ 13 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Уравнение Бернулли справедливо для:

1. неустановившегося течения

2. установившегося течения

3. любого течения

ОПК-10 - Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

К каждой цифровой позиции подберите соответствующую буквенную позицию

1 - вязкость

2 - число Рейнольдса

- 3 - давление
- а - МПа
- б - сСт
- в - безразмерная величина
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
При каком из перечисленных условий может возникать кавитация?
- A. При резком повышении давления.
- B. При резком понижении давления.
- C. При резком повышении температуры.
- D. При резком понижении температуры
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Высота столба жидкости равна 2400 мм, плотность жидкости равна 850 кг/м³, ускорение свободного падения равно 9,8. Определите гидростатическое давление.
- A. 8 кПа.
- B. 6 кПа.
- C. 12 кПа
- D. 20 кПа
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Из приведённых ниже утверждений выберите верные.
- A. Скорость движения жидкости равна 5 м/с, плотность жидкости 700 кг/м³. При этих условиях скоростной напор равен 3,4 м.
- B. Скорость движения жидкости равна 5 м/с, плотность жидкости 700 кг/м³. При этих условиях скоростной напор равен 1,25 м.
- C. Высота столба жидкости равна 120 мм, плотность жидкости равна 900 кг/м³, ускорение свободного падения равно 9,8. При этих условиях гидростатическое давление 1 кПа
- D. Высота столба жидкости равна 120 мм, плотность жидкости равна 900 кг/м³, ускорение свободного падения равно 9,8. При этих условиях гидростатическое давление 2 кПа
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Уравнения Рейнольдса описывают поведение ... гидродинамического поля скоростей. Они учитывают дополнительные потери иэнергии в турбулентном потоке по сравнению с ламинарным.
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
В однопараметрических моделях турбулентности масштаб скорости оценивается на основе параметра, называемого турбулентной энергией илипульсацию скорости.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
9. Жидкость находится под давлением. Что это означает?
- а) жидкость находится в состоянии покоя;
- б) жидкость течет;
- в) на жидкость действует сила;
- г) жидкость изменяет форму.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $P/(\rho \cdot g)$ называется
- а) скоростной высотой;
- б) геометрической высотой;
- в) пьезометрической высотой;
- г) потерянной высотой.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Установившимся (стационарным) называют движение жидкости:
- A. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени изменяются;
- B. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени не изменяются;
- C. При котором изменяется давление жидкости с течением времени, а скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;
- D. При котором изменяется с течением времени скорость движения жидкости, а давление жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;
- E. Установившееся движение — это движение, при котором скорость не изменяется во времени, а зависят только от положения в потоке, т. е. являются функциями координат.
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Скорость потока жидкости равна 120 м/с, местная скорость звука равна 240 м/с. Чему равно число Маха? Ответ округлите до десятых.

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Безвихревым называется движение, при котором вращение жидких частиц1....., следовательно, линии тока2....., а угловая скорость вращения и вихрь скорости равны3.....:

$$2\vec{\omega} = \text{rot } \vec{v} = 0.$$

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

Наиболее заметно поверхностное натяжение на границе трёх сред: газ - жидкость - твердая стенка (рис. 1.3). В этом случае вводят понятие угла смачивания θ .

1. Если $\theta < \pi/2$, то жидкость называется

2. если $\theta > \pi/2$ -

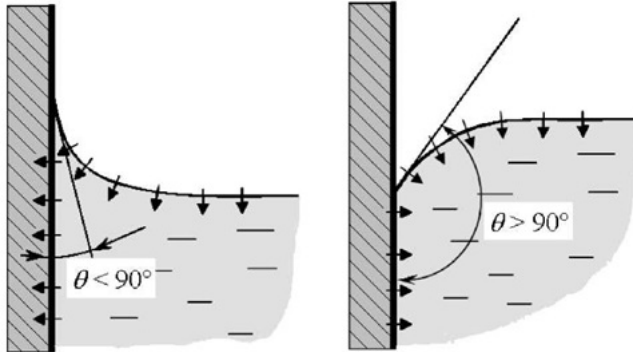


Рис. Смачивающая и несмачивающая жидкости