

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

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	7	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	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: 2025

Программу составили:

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Упоров Павел Анатольевич, ассистент

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Назарова Елизавета Дмитриевна, преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА**

## **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-7.1 — Способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-7.1**

*знания:*

Приобретение обучающимся знаний о постановке задач механики жидкости и газа в методе вычислительной механики, о способах решения данных задач;

*умения:*

Умение решать задачи течения вязких и сжимаемых жидкостей и газов, задачи теплообмена в жидкостях и газах;

*навыки:*

Навыки постановки и решения практических задач вычислительной механики жидкости и газа.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА И ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-7.1 — Способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций
- ПК-7.3 — Способен выполнять прочностные, виброакустические расчеты машин и конструкций с применением CAD/CAE технологий

### 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	Практические занятия		ПК-7.1
4	7	Раздел 1. Введение в механику жидкости и газа. Метод конечных объемов. Модели жидкости – уравнения состояния. Законы сохранения для пространственного течения. Вывод уравнений механики жидкости и газа.	11	2	2	0	9	10
4	7	Раздел 2. Течение вязкой жидкости. Течение жидкости по трубе. Ламинарный и турбулентный режим. Число Рейнольдса. Модели турбулентного режима.	17	9	3	6	8	15
4	7	Раздел 3. Движение газа. Сжимаемые и несжимаемые жидкости. Стационарное движение газов. Дозвуковое течение в идеальном диффузоре или конфузоре. Разрывы.	16	8	2	6	8	15
4	7	Раздел 4. Перемешивание в жидких средах. Механическое перемешивание. Эффективность и интенсивность перемешивания. Механические перемешивающие устройства. Виды мешалок. Макромасштабный перенос в аппаратах с мешалками.	17	9	3	6	8	15
4	7	Раздел 5. Процессы теплообмена в жидкостях и газах. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача и теплоотдача. Температурное поле и температурный градиент.	17	9	3	6	8	15
4	7	Раздел 6. Применение вычислительной механики жидкости и газа для решения задач с большими деформациями. Сварка трением с перемешиванием. Связь напряженно-деформированного состояния и гидродинамики. Условия контакта. Граничные условия.	15	7	2	5	8	15
4	7	Раздел 7. Методы частиц. Метод гидродинамики сглаженных частиц, Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH). Метод дискретных элементов, Discrete element method (DEM). Метод клеточных автоматов Cellular Automaton (CA). Метод подвижных клеточных автоматов Movable cellular automaton (MCA). Особенности постановки задач.	15	7	2	5	8	15
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Течение вязкой жидкости.	Решение задачи течения вязкой жидкости	6
2	Раздел 3. Движение газа.	Решение задачи движения газа в канале	6
3	Раздел 4. Перемешивание в жидких средах.	Решение задачи с перемешиванием в жидких средах	6
4	Раздел 5. Процессы теплообмена в жидкостях и газах.	Решение задачи теплообмена в жидкостях и газах	6
5	Раздел 6. Применение вычислительной механики жидкости и газа для решения задач с большими деформациями.	Решение задачи с большими деформациями	5
6	Раздел 7. Методы частиц.	Решение задачи механики жидкости и газа методом частиц	5
Всего за 7 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в механику жидкости и газа.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	9
2	Раздел 2. Течение вязкой жидкости.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников	8

		по теме раздела.	
3	Раздел 3. Движение газа.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	8
4	Раздел 4. Перемешивание в жидких средах.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	8
5	Раздел 5. Процессы теплообмена в жидкостях и газах.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	8
6	Раздел 6. Применение вычислительной механики жидкости и газа для решения задач с большими деформациями.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	8
7	Раздел 7. Методы частиц.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	8
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7		Тест		ИПЗ		ДР	ИПЗ		ИПЗ	ДР		ИПЗ		ИПЗ	ИПЗ	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- тест;
- индивидуальное практическое задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
2. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 61 экз.
3. Г. В. Белов. . Термодинамика. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.
4. Д. Н. Курицын, А. Г. Бойцов, В. В. Курицына. . Технологическое обеспечение сварки трением с перемешиванием в производстве аэрокосмических конструкций. Москва: МАИ, 2021, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, А. С. Козелков. . Лагранжевы модели турбулентных течений газа с частицами. СПб.: Лань, 2022, 1 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](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.

### 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.

### **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 **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова* кафедрой *Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-7.1 Способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов вычислительной механики для решения задач механики жидкости и газа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- тест;
- индивидуальное практическое задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.
<b>Раздел 1. Введение в механику жидкости и газа.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	9
Итого по разделу 1		9
<b>Раздел 2. Течение вязкой жидкости.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Движение газа.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	. Аэродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)	8
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Перемешивание в жидких средах.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)	8
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Процессы теплообмена в жидкостях и газах.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	Г. В. Белов. . Термодинамика: Москва: Юрайт, 2023 (1)	8
Итого по разделу 5		8
<b>Раздел 6. Применение вычислительной механики жидкости и газа для решения задач с большими деформациями.</b>		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	Д. Н. Курицын, А. Г. Бойцов, В. В. Курицына. . Технологическое обеспечение сварки трением с перемешиванием в производстве аэрокосмических конструкций: Москва: МАИ, 2021 (1)	8
Итого по разделу 6		8
<b>Раздел 7. Методы частиц.</b>		
Анализ лекционного	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, А. С. Козелков. .	8

материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	Лагранжевы модели турбулентных течений газа с частицами: СПб.: Лань, 2022 (1)	
Итого по разделу 7		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- индивидуальное практическое задание;
- 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.

#### Тест

Тест состоит из 10 вопросов. Тест считается зачтенным при правильном ответе не менее чем на 60% вопросов. Темы для вопросов

- Метод конечных объемов
- Течение вязкой жидкости
- Перемешивание в механике жидкости и газа
- Теплообмен в жидкости и газах

Полный перечень вопросов для теста находится в УМК дисциплины.

#### Индивидуальное практическое задание

По каждому разделу обучающийся выполняет задание в программном обеспечении, реализующем технологии CFD. Темы заданий:

- 1) Течение вязкой жидкости
- 2) Движение газа
- 3) Перемешивание в жидких средах
- 4) Процессы теплообмена в жидкостях и газах
- 5) Большие деформации
- 6) Метод частиц

Процедуры защиты не требуется.

Варианты индивидуальных практических заданий находятся в УМК дисциплины

#### Зачет

По результатам тестирования проставляется зачет. Итоговое тестирование состоит из 10 вопросов. Вопросы для зачёта находятся в УМК дисциплины

Тестирование имеет следующую градацию:

- правильные ответы на не менее 60% вопросов – выставляется оценка «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	Практические занятия		ПК-7.1	
4	7	Раздел 1. Введение в механику жидкости и газа.	11	2	2	0	9	10	Тест
4	7	Раздел 2. Течение вязкой жидкости.	17	9	3	6	8	15	Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 3. Движение газа.	16	8	2	6	8	15	Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 4. Перемешивание в жидких средах.	17	9	3	6	8	15	Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 5. Процессы теплообмена в жидкостях и газах.	17	9	3	6	8	15	Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 6. Применение вычислительной механики жидкости и газа для решения задач с большими деформациями.	15	7	2	5	8	15	Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 7. Методы частиц.	15	7	2	5	8	15	Индивидуальное практическое задание
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

**ПК-7.1 - Способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Перенос тепла конвекцией тем интенсивнее, чем более \_\_\_\_\_ движется вся масса жидкости
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Судить о наличии ламинарного или турбулентного режимов течения можно по значению числа \_\_\_\_\_
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
С точки зрения механики жидкости и газа, газ можно принять как
- 1) Несжимаемую жидкость большей плотности
  - 2) Жидкость большей плотности
  - 3) Сжимаемой жидкостью
  - 4) Неньютоновской жидкостью
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Динамическая и кинематическая вязкости связаны между собой значением
- 1) Температуры
  - 2) Давления
  - 3) Плотности
  - 4) Теплостойкости
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В общем случае, скорость движения газа в конфузоре
- 1) Увеличивается
  - 2) Уменьшается
  - 3) Не меняется
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите термины и их определения
- 1) Число Рейнольдса
  - 2) Число Прандтля
  - 3) Число Нуссельта
- А) Характеризует соотношение интенсивностей теплообмена за счёт конвекции и теплопроводности  
Б) Характеризует соотношение инерционных сил к силам вязкого трения  
В) Учитывает влияние физических свойств теплоносителя на теплоотдачу
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите термины и их определения
- 1) Число Грасгофа
  - 2) Число Пекле
  - 3) Число Стэнтона
- А) Характеризует соотношение силы выталкивания в жидкости и силы вязкости  
Б) Характеризует интенсивность диссипации энергии в потоке жидкости  
В) Характеризует соотношение между конвективными и молекулярными процессами переноса тепла
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность  
Определите последовательность анализа течения вязкой жидкости

- 1) Запись уравнений Навье-Стокса
- 2) Линеаризация для малых  $Re$
- 3) Валидация по экспериментам
- 4) Решение для стационарного случая

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите порядок этапов моделирования течения методом конечных объёмов

- 1) Визуализация результатов
- 2) Задание граничных условий
- 3) Построение расчетной сетки
- 4) Решение уравнений Навье-Стокса

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

Уравнение состояния жидкости связывает между собой

- 1) Термодинамическое давление
- 2) Вязкость
- 3) Температуру
- 4) Плотность

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

Различают два основных способа перемешивания в жидких средах:

- 1) Механический
- 2) Пневматический
- 3) Гидравлический
- 4) Турбулентный
- 5) Ламинарный

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

К режимам течения жидкости относят

- 1) Турбулентный
- 2) Ламинарный
- 3) Интенсивный
- 4) Ньютоновский
- 5) Неньютоновский