

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра комплексного управления прибрежными зонами

Рабочая программа по дисциплине

## ГИДРОМЕХАНИКА

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

### 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

**Прикладная океанология**

Квалификация:

**Бакалавр**

Форма обучения

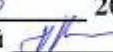
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная океанология»

 В.А. Царев

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
16 05 2019 г., протокол № 9  
Зав. кафедрой  Плинк Н.Л.

Автор-разработчик:  
 Белевич М.Ю.

Санкт-Петербург 2019

**Цель дисциплины «Гидромеханика»** – формирование у студентов комплекса знаний, дающих представление о классических моделях жидких сред, лежащих в их основе гипотезах и законах, а также возможных приемах работы с ними.

**Основные задачи дисциплины:**

- формирование последовательного и системного представления об основных положениях механики жидкости и газа;
- знакомство с основными, лежащими в основе гидромеханики, гипотезами и законами природы;
- последовательного и системного представления об основных положениях механики жидкости и газа;
- навыков использования подхода, основанного на сочетании физических и интуитивных соображений с математическим анализом.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Гидромеханика» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Прикладная океанология» относится к дисциплинам базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика».

Дисциплина «Гидромеханика» является базовой для освоения дисциплин «Физика атмосферы», «Физика океана», «Физика вод суши», «Динамика океана», «Климатология».

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>Компетенция</b>
ОПК-1	способность представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Гидромеханика» обучающийся должен

**Знать:**

- основные, лежащие в основе гидромеханики, гипотезы и законы природы;
  - понятие интегрального параметра и его плотности;
  - понятие закона сохранения и его связь с уравнением баланса;
  - уравнения неразрывности, баланса импульса, баланса энергии и теплопроводности;
  - этапы построения математических моделей жидкости и их обоснование;
- математические модели идеальной, вязкой и турбулентной сред и варианты их записи.

**Уметь:**

- сформулировать задачу описания движения жидкости (записать систему уравнений и граничные условия),
- модифицировать систему уравнений модели жидкости для описания частных случаев (учитывать данные задачи для упрощения системы уравнений),
- записывать уравнения модели в компонентной форме и пользоваться правилом сум-

- мирования по повторяющемуся индексу,
- записывать уравнения модели в безразмерной форме и проводить их осреднение,
- работать с тензорами и их компонентами.
- 

Владеть:

- понятиями баротропной и бароклиной жидкостей,
- уравнением и интегралом Бернулли,
- понятием вектора вихря и уравнением вихря скорости,
- понятием функции тока и ее применением,
- понятием пограничного слоя и соответствующими модификациями моделей жидкости,
- способом получения безразмерных уравнений,
- способами осреднения уравнений модели жидкости,

подходами к решению конкретных задач.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Гидромеханика» сведены в таблице.

#### **Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**

Компетенция	Уровень освоения		
	Минимальный	Базовый	Продвинутый
ОПК-1 – обладать способностью представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики.	Знает основные гипотезы и законы природы, лежащие в основе гидромеханики; понятие интегрального параметра и его плотности; понятие закона сохранения и его связь с уравнением баланса; уравнения неразрывности, баланса импульса, баланса энергии и теплопроводности. Имеет представление об этапах построения математических моделей жидкости и их обосновании.	Знает основные гипотезы и законы природы, лежащие в основе гидромеханики; понятие интегрального параметра и его плотности; понятие закона сохранения и его связь с уравнением баланса; уравнения неразрывности, баланса импульса, баланса энергии и теплопроводности; этапы построения математических моделей жидкости и их обоснование. Имеет представление о математических моделях идеальной, вязкой и турбулентной сред и варианты их записи	Знает основные гипотезы и законы природы, лежащие в основе гидромеханики; понятие интегрального параметра и его плотности; понятие закона сохранения и его связь с уравнением баланса; уравнения неразрывности, баланса импульса, баланса энергии и теплопроводности; этапы построения математических моделей жидкости и их обоснование; математические модели идеальной, вязкой и турбулентной сред и варианты их записи
	Умеет сформулировать задачу описания	Умеет сформулировать задачу описания	Умеет сформулировать задачу описания

	<p>движения жидкости (записать систему уравнений и граничные условия), но испытывает затруднения при модификации системы уравнений модели жидкости для описания частных случаев; записывать уравнения модели в компонентной форме, но испытывает затруднения при использовании правила суммирования по повторяющемуся индексу; записывать уравнения модели в безразмерной форме и проводить их осреднение. Имеет представление о тензорах и их компонентах.</p>	<p>движения жидкости (записать систему уравнений и граничные условия); модифицировать систему уравнений модели жидкости для описания частных случаев (учитывать данные задачи для упрощения системы уравнений); записывать уравнения модели в компонентной форме и пользоваться правилом суммирования по повторяющемуся индексу; записывать уравнения модели в безразмерной форме и проводить их осреднение. Имеет представление о работе с тензорами и их компонентами.</p>	<p>движения жидкости (записать систему уравнений и граничные условия); модифицировать систему уравнений модели жидкости для описания частных случаев (учитывать данные задачи для упрощения системы уравнений); записывать уравнения модели в компонентной форме и пользоваться правилом суммирования по повторяющемуся индексу; записывать уравнения модели в безразмерной форме и проводить их осреднение; работать с тензорами и их компонентами.</p>
	<p>Владеет понятиями баротропной и бароклинной жидкостей, уравнением и интегралом Бернулли, понятием функции тока и ее применением, понятием пограничного слоя, способом получения безразмерных уравнений, способами осреднения уравнений модели жидкости.</p>	<p>Владеет понятиями баротропной и бароклинной жидкостей, уравнением и интегралом Бернулли, понятием вектора вихря и уравнением вихря скорости, понятием функции тока и ее применением, понятием пограничного слоя и соответствующими модификациями моделей жидкости, способом получения безразмерных уравнений, способами осреднения уравнений модели жидкости.</p>	<p>Владеет понятиями баротропной и бароклинной жидкостей, уравнением и интегралом Бернулли, понятием вектора вихря и уравнением вихря скорости, понятием функции тока и ее применением, понятием пограничного слоя и соответствующими модификациями моделей жидкости, способом получения безразмерных уравнений, способами осреднения уравнений модели жидкости, подходами к решению конкретных задач.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа,

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий  
(в академических часах)

Объём дисциплины	Объём дисциплины Всего часов	
	Очная форма обучения 3 семестр	Заочная форма обучения 2 курс
<b>Объём дисциплины дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>28</b>	<b>8</b>
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия	14	4
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>44</b>	<b>64</b>
в том числе:		
контрольная работа	-	<b>30</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

##### Очное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа			
	<b>Модель сплошной среды</b>							
1	Тела и их свойства	3	1	–	2	опрос		ОПК-1
2	Основные гипотезы и законы	3	1	–	2	опрос		ОПК-1
3	Скорости изменения характеристик среды	3	1	2	4	Выборочный опрос у доски		ОПК-1
4	Необходимые сведения о тензорах	3	1	2	4	Выборочный опрос у доски		ОПК-1
5	Деформация	3	1	– –	4	Выбороч-		ОПК-1

						ный опрос у доски		
6	Уравнение неразрывности	3	1	2	4	Выборочный опрос у доски		ОПК-1
7	Динамика жидкости	3	1	--	4	Выборочный опрос у доски		ОПК-1
8	Энергия	3	1	--	4	Выборочный опрос у доски		ОПК-1
<b>Приложения модели</b>								
9	Идеальная жидкость	3	1	2	4	Выборочный опрос у доски		ОПК-1
10	Вязкая жидкость	3	2	2	4	Выборочный опрос у доски	2	ОПК-1
11	Турбулентная жидкость	3	2	2	4	Выборочный опрос у доски	2	ОПК-1
12	Пограничный слой	3	1	2	4	Выборочный опрос у доски	–	ОПК-1
<b>Итого</b>			<b>14</b>	<b>14</b>	<b>44</b>		<b>4</b>	<b>72</b>

### Заочное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа			
<b>Раздел «Модель сплошной среды»</b>								
1	Тела и их свойства	3	–	–	5	опрос		ОПК-1
2	Основные гипотезы и законы	3	2	2	6	опрос	2	ОПК-1
3	Скорости изменения характеристик среды	3	–	–	5	Контрольная работа		ОПК-1
4	Необходимые сведения о тензорах	3	–	–	5	Контрольная работа		ОПК-1
5	Деформация	3	–	–	5	Контрольная работа		ОПК-1

6	Уравнение неразрывности	3	–	–	5	Контрольная работа		ОПК-1
7	Динамика жидкости	3	–	–	5	Контрольная работа		ОПК-1
8	Энергия	3	–	–	5	Контрольная работа		ОПК-1
<b>Раздел «Приложения модели»</b>								
9	Идеальная жидкость	3	–	–	6 (5*)	Контрольная работа		ОПК-1
10	Вязкая жидкость	3	2	2	6 (5*)	Контрольная работа	2	ОПК-1
11	Турбулентная жидкость	3	–	–	6	Контрольная работа		ОПК-1
12	Пограничный слой	3	–	–	5	Контрольная работа		ОПК-1
<b>Итого (2016- 2018 г.н)</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>64</b>		<b>4</b>	<b>72</b>

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Модель сплошной среды

#### Тела и их свойства

Место: пространство событий и системы отсчета. Движение. Масса тела. Сила - способ описания взаимодействий.

#### Основные гипотезы и законы

Гипотеза сплошности. Интегральные параметры и их плотности. Деформация. Эйлеровы и лагранжевы координаты. Законы сохранения. Интегральные законы сохранения. Дифференциальные законы сохранения.

#### Скорости изменения характеристик среды

Скорость изменения места. Траектории движения. Скорость изменения скалярной функции. Правило суммирования. Скорость изменения векторной функции.

#### Необходимые сведения о тензорах

Тензор 2-го ранга и его компоненты. Тензоры и тензорные операции. Алгебраические тензорные операции. Дифференциальные тензорные операции. Некоторые специальные тензоры. Задача на собственные значения.

#### Деформация

Деформация: растяжение и поворот. Тензор поворота. Тензор растяжения. Кинематика деформации.

#### Уравнение неразрывности

Скорость объемного расширения/сжатия. Дифференциальные законы сохранения и уравнения баланса. Уравнение неразрывности

#### Динамика жидкости

Импульс тела и скорость его изменения. Основной принцип динамики. Массовые и контактные силы. Уравнение движения. Уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Эйлера в компонентной форме.

#### Энергия

Кинетическая энергия и ее баланс. Внутренняя энергия и ее баланс. Уравнение состояния.

### 4.2.2. Приложения модели

### **Идеальная жидкость**

Постановка задач гидромеханики идеальной жидкости. Уравнение движения в форме Громеки-Лэмба. Замечания о приложениях модели. Гидростатика. Баротропная жидкость. Стационарные течения; уравнение Бернулли. Нестационарные течения; уравнение вихря скорости.

#### *Идеальная несжимаемая жидкость*

Баротропная модель жидкости. Уравнение Гельмгольца. Теоремы Лагранжа и Гельмгольца. Двумерные течения. Функция тока. Форма линий тока стационарного течения. Поток жидкости через контур. Потенциальное течение. Связь потенциала скорости с функцией тока для стационарного плоского течения.

### **Вязкая жидкость**

Недостатки модели идеальной жидкости. Уравнения движения вязкой жидкости и уравнения Навье-Стокса. Компонентная форма записи уравнения движения вязкой жидкости. Постановка задач гидромеханики вязкой жидкости. Вязкая диссипация и баланс энергии.

#### *Смежные вопросы*

Уравнение теплопроводности. Свободная конвекция. Какая жидкость вязкая? Безразмерная форма уравнений. Динамическое подобие. Безразмерная форма уравнения переноса тепла.

### **Турбулентная жидкость**

Гидродинамическая неустойчивость. Развитая турбулентность. Проблема осреднения. Уравнение Рейнольдса. Баланс энергии.

### **Пограничный слой**

#### *Ламинарный пограничный слой*

Толщина пограничного слоя. Уравнения пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя. Температурный пограничный слой.

#### *Турбулентный пограничный слой*

Общий вид профиля средней скорости. Течение около гладкой стенки. Влияние шероховатостей. Параметр шероховатости.

## **4.3. Практические и лабораторные занятия, их содержание**

### **4.3.1 Практические занятия**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>Форма проведения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	3	Построение векторных полей и траекторий	Практическое занятие – решение задач	ОПК-1
2	4	Свойства тензоров 2-го ранга, вектор вихря	Практическое занятие – решение задач	ОПК-1
3	5-8	Работа с компонентами и правилом суммирования	Практическое занятие – решение задач	ОПК-1
4	9	Гидростатика и идеальная жидкость	Практическое занятие – решение задач	ОПК-1
5	10	Вязкая жидкость	Практическое занятие – решение задач	ОПК-1
6	11	Уравнение теплопроводности	Практическое занятие – решение задач	ОПК-1
7	12	Турбулентная жидкость	Практическое занятие – решение задач	ОПК-1

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по ито-**



## гам освоения дисциплины

### 5.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе занятий в форме проведения письменного опроса, выборочных опросов у доски, проверки контрольной работы (для заочной формы обучения)

а) **Письменный опрос по темам «Тела и их свойства», «Основные гипотезы и законы»**

**Формат опроса** 10–15 минут 2 вопроса (по одному из каждой темы).

#### **Перечень вопросов**

#### **Модель сплошной среды**

##### ***Тела и их свойства***

1. Что такое пространство событий и системы отсчета?
2. Что такое движение?
3. Что такое масса тела?
4. Как описываются взаимодействия тел между собой?

##### ***Основные гипотезы и законы***

5. Что такое гипотеза сплошности?
6. Что такое интегральные параметры и их плотности?
7. Что такое деформация?
8. Какие бывают законы сохранения?

#### **Шкала оценивания – двухбалльная**

#### **Критерии оценивания**

оценка «зачтено» – даны правильные ответы на один и более вопросов;

оценка « не зачтено» – даны два не правильных ответа.

### б) Перечень выборочны хопросов у доски

#### 1. «Построение векторных полей и траекторий»

Цель: получение навыков построения векторных полей течений и траекторий частиц.

#### 2. «Свойства тензоров 2-го ранга, вектор вихря.»

Цель: знакомство со свойствами тензоров 2-го ранга и вектором вихря.

#### 3. «Работа с компонентами и правилом суммирования»

Цель: знакомство с правилом суммирования при работе с компонентами тензоров.

#### 4. «Определение завихренности течения»

Цель: получить навыки работы с тензорами и определения завихренности течения.

#### 5. «Гидростатика и идеальная жидкость.»

Цель: получить навыки решения задач гидростатики идеальной жидкости.

#### 6. «Вязкая жидкость»

Цель: получить навыки решения задач гидростатики вязкой жидкости.

#### 7. «Уравнение теплопроводности»

Цель: получить навыки решения задач теплопроводности.

#### 8. «Турбулентная жидкость»

Цель: получить навыки осреднения уравнений гидромеханики.

### **Шкала оценивания каждой лабораторной работы – двухбалльная**

#### **Критерии оценивания**

– **оценка «зачтено»:** задание выполнено полностью, студент ориентируется в представленных материалах;

- **оценка «не зачтено»:** задание выполнено не полностью, студент не ориентируется в представленных материалах

#### **в) Контрольная работа (заочная форма обучения)**

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу самостоятельно и предоставляют ее на проверку в начале сессии. После проверки работа может быть возвращена на доработку. Исправленный вариант контрольной работы сдается на проверку до зачета.

#### Задание № 1 «Построение векторных полей и траекторий»

Цель: получение навыков построения векторных полей течений и траекторий частиц.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

#### Задание № 2 «Свойства тензоров 2-го ранга, вектор вихря.»

Цель: знакомство со свойствами тензоров 2-го ранга и вектором вихря.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

#### Задание № 3 «Работа с компонентами и правилом суммирования»

Цель: знакомство с правилом суммирования при работе с компонентами тензоров.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

#### Задание №4 «Определение завихренности течения»

Цель: получить навыки работы с тензорами и определения завихренности течения.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

#### Задание №5 «Гидростатика и идеальная жидкость.»

Цель: получить навыки решения задач гидростатики идеальной жидкости.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

#### Задание №6 «Вязкая жидкость»

Цель: получить навыки решения задач гидростатики вязкой жидкости.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

#### Задание №7 «Уравнение теплопроводности»

Цель: получить навыки решения задач теплопроводности.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

#### Задание №8 «Турбулентная жидкость»

Цель: получить навыки осреднения уравнений гидромеханики.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

**Шкала оценивания отдельного задания – двухбалльная**  
**Критерии выставления оценки по контрольной работе**

Критерии оценивания	Оценка
Не выполнены все задания контрольной работы или менее пяти заданий выполнены верно	Не зачтено
Выполнены все задания контрольной работы, из них не менее пяти заданий выполнены верно	Зачтено

**5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы**

Вид учебных занятий	Организация самостоятельной работы студента
Самостоятельная работа по темам	Проработать самостоятельно теоретический материал по темам по рекомендованной литературе. Написать конспект. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Использовать для оценки степени усвоения материала вопросы для самопроверки
Контрольная работа (заочная форма обучения)	Выполнить контрольную работу самостоятельно, используя рекомендованную литературу. Предоставить ее на проверку в начале сессии. В случае возврата контрольной работы на доработку, внести необходимые уточнения/исправления/добавления. Исправленный вариант контрольной работы сдать на проверку до зачета.
Решение задач (практические занятия)	При подготовке к практическому занятию разобрать соответствующий теоретический материал по конспекту лекций, просмотреть рекомендуемую литературы и иные источники. Решить все задания, разобранные на занятии
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы зачета, а также материалы практических занятий и лабораторных работ (контрольной работы для заочников).

**Вопросы для самопроверки**

**Раздел «Модель сплошной среды»**

***Тела и их свойства***

1. Место: пространство событий и системы отчета.
2. Движение.
3. Масса тела.
4. Сила - способ описания взаимодействий.

***Основные гипотезы и законы***

5. Гипотеза сплошности.

6. Интегральные параметры и их плотности.
7. Деформация.
8. Эйлеравы и лагранжевы координаты.
9. Интегральные и дифференциальные законы сохранения.

#### ***Скорости изменения характеристик среды***

10. Скорость изменения места.
11. Траектории движения.
12. Скорость изменения скалярной функции. Правило суммирования.
13. Скорость изменения векторной функции.

#### ***Необходимые сведения о тензорах***

14. Тензор 2-го ранга и его компоненты.
15. Тензорные операции: алгебраические и дифференциальные.
16. Некоторые специальные тензоры.
17. Задача на собственные значения.

#### ***Деформация***

18. Деформация: растяжение и поворот.
19. Тензор поворота.
20. Тензор растяжения.
21. Кинематика деформации.

#### ***Уравнение неразрывности***

22. Скорость объемного расширения/сжатия.
23. Дифференциальные законы сохранения и уравнения баланса.
24. Уравнение неразрывности

#### ***Динамика жидкости***

25. Импульс тела и скорость его изменения.
26. Основной принцип динамики.
27. Массовые и контактные силы.
28. Уравнение движения.
29. Уравнение движения идеальной жидкости.
30. Уравнение Эйлера в компонентной форме.

#### ***Энергия***

31. Кинетическая энергия и ее баланс.
32. Внутренняя энергия и ее баланс.
33. Уравнение состояния.

### **Раздел «Приложения модели»**

#### ***Идеальная жидкость***

34. Постановка задач гидромеханики идеальной жидкости.
35. Уравнение движения в форме Громеки-Лэмба.
36. Гидростатика.
37. Баротропная жидкость.
38. Стационарные течения; уравнение Бернулли.
39. Нестационарные течения; уравнение вихря скорости.

#### ***Идеальная несжимаемая жидкость***

40. Баротропная модель жидкости.
41. Уравнение Гельмгольца.
42. Теоремы Лагранжа и Гельмгольца.
43. Двумерные течения. Функция тока.
44. Форма линий тока стационарного течения. Поток жидкости через контур.
45. Потенциальное течение.
46. Связь потенциала скорости с функцией тока для стационарного плоского течения.

#### ***Вязкая жидкость***

47. Уравнения движения вязкой жидкости и уравнения Навье-Стокса.
48. Компонентная форма записи уравнения движения вязкой жидкости.
49. Вязкая диссипация и баланс энергии.

**Смежные вопросы**

50. Уравнение теплопроводности.
51. Свободная конвекция.
52. Безразмерная форма уравнений.
53. Динамическое подобие.
54. Безразмерная форма уравнения переноса тепла.

**Турбулентная жидкость**

55. Гидродинамическая неустойчивость. Развитая турбулентность.
56. Проблема осреднения.
57. Уравнение Рейнольдса.
58. Баланс энергии.

**Пограничный слой**

59. Ламинарный пограничный слой. Толщина пограничного слоя.
60. Уравнения пограничного слоя.
61. Температурный пограничный слой.
62. Турбулентный пограничный слой. Общий вид профиля средней скорости.
63. Течение около гладкой стенки.
64. Влияние шероховатостей. Параметр шероховатости.

**5.3. Промежуточная аттестация:** зачет (4 семестр – очное обучение или 2 курс – заочное обучение 2016-2018 г.н./ 3 курс – заочное обучение 2014-2015 г.н.).

**Формат проведения зачета:** устный ответ на один теоретический вопрос и типовое практическое задание. Время на подготовку ответа – 45 минут

**Перечень теоретических вопросов зачета.**

- Место: пространство событий и системы отсчета.
- Движение.
- Масса тела.
- Сила - способ описания взаимодействий.
- Гипотеза сплошности.
- Интегральные параметры и их плотности.
- Деформация.
- Эйлеровы и лагранжевы координаты.
- Интегральные и дифференциальные законы сохранения.
- Скорость изменения места.
- Траектории движения.
- Скорость изменения скалярной функции. Правило суммирования.
- Скорость изменения векторной функции.
- Тензор 2-го ранга и его компоненты.
- Тензорные операции: алгебраические и дифференциальные.
- Некоторые специальные тензоры.
- Задача на собственные значения.
- Деформация: растяжение и поворот.
- Тензор поворота.
- Тензор растяжения.
- Кинематика деформации.
- Скорость объемного расширения/сжатия.

- Дифференциальные законы сохранения и уравнения баланса.
- Уравнение неразрывности
- Импульс тела и скорость его изменения.
- Основной принцип динамики.
- Массовые и контактные силы.
- Уравнение движения.
- Уравнение движения идеальной жидкости.
- Уравнение Эйлера в компонентной форме.
- Кинетическая энергия и ее баланс.
- Внутренняя энергия и ее баланс.
- Уравнение состояния.
- Постановка задач гидромеханики идеальной жидкости.
- Уравнение движения в форме Громеки-Лэмба.
- Гидростатика.
- Баротропная жидкость.
- Стационарные течения; уравнение Бернулли.
- Нестационарные течения; уравнение вихря скорости.
- Баротропная модель жидкости.
- Уравнение Гельмгольца.
- Теоремы Лагранжа и Гельмгольца.
- Двумерные течения. Функция тока.
- Форма линий тока стационарного течения. Поток жидкости через контур.
- Потенциальное течение.
- Связь потенциала скорости с функцией тока для стационарного плоского течения.
- Уравнения движения вязкой жидкости и уравнения Навье-Стокса.
- Компонентная форма записи уравнения движения вязкой жидкости.
- Вязкая диссипация и баланс энергии.
- Уравнение теплопроводности.
- Свободная конвекция.
- Безразмерная форма уравнений.
- Динамическое подобие.
- Безразмерная форма уравнения переноса тепла.
- Гидродинамическая неустойчивость. Развитая турбулентность.
- Проблема осреднения.
- Уравнение Рейнольдса.
- Баланс энергии.
- Ламинарный пограничный слой. Толщина пограничного слоя.
- Уравнения пограничного слоя.
- Температурный пограничный слой.
- Турбулентный пограничный слой. Общий вид профиля средней скорости.
- Течение около гладкой стенки.
- Влияние шероховатостей. Параметр шероховатости.

#### **Типовые практические задания к зачету**

Написать систему уравнений модели:

1. идеальной жидкости;
2. вязкой жидкости.

#### **Шкала оценивания – двухбалльная**

### **Критерии выставления оценки на зачете**

Критерии оценивания	Оценка
Ответ на вопрос отсутствует или ответ не раскрывает сути вопроса. Практическое задание не выполнено или выполнено неверно	Не зачтено
Ответ на вопрос достаточно полный, содержит необходимую аргументацию и доказательство. Практическое задание выполнено верно	Зачтено

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. *Белевич М.Ю.* Гидромеханика. – СПб: изд. РГГМУ, 2006.

#### **б) дополнительная литература:**

2. *Бэтчелор Дж.* Введение в динамику жидкости./ Пер. с англ.- М.: Мир, 1973.
3. *Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В.* Теоретическая гидромеханика, т.1.- М.: Физматгиз, 1948.
4. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Электродинамика сплошных сред. М., Гостехиздат, 1957
5. - *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Механика сплошных сред.- 5-е изд. М.: УРСС, 2006.
6. *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа.- М.: Дрофа, 2003.
7. *Овсянников Л.В.* Лекции по основам газовой динамики.- М.: УРСС, 2003.
8. *Седов Л.И.* Механика сплошных сред, т.1.- 6-е изд., стер. М.: УРСС, 2004.
9. *Седов Л.И.* Механика сплошных сред, т.1.- М.: Наука, 1983
10. *Серрин Дж.* Математические основы классической механики жидкости./ Пер. с англ.- 2-е изд., стер. - Ижевск: РХД, 2001.

#### **в) программное обеспечение**

1. Операционная система Windows 7
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office

#### **г) Интернет-ресурсы не предусмотрены**

#### **д) профессиональные базы данных не предусмотрены**

#### **е) информационные справочные системы не предусмотрены**

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
---------------------	-----------------------------------

<b>Лекции (разделы №1-2)</b>	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p>
<b>Практические занятия (темы №1-12)</b>	Изучение теоретических основ, необходимых для выполнения практических работ. Решение задач, вывод формул и т.п.
Самостоятельная работа по темам	Проработать самостоятельно теоретический материал по темам по рекомендованной литературе. Написать конспект. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Использовать для оценки степени усвоения материала вопросы для самопроверки
Контрольная работа (заочная форма обучения)	Выполнить контрольную работу самостоятельно, используя рекомендованную литературу. Предоставить ее на проверку в начале сессии. В случае возврата контрольной работы на доработку, внести необходимые уточнения/исправления/добавления. Исправленный вариант контрольной работы сдать на проверку до зачета.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы зачета, а также материалы практических занятий и лабораторных работ (контрольной работы для заочников).

**8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
<b>Раздел «Модель сплошной среды»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– классические лекции</li> <li>–практические занятия – решение задач</li> <li>– письменный опрос</li> <li>–самостоятельная работа студентов в ЭБС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>операционная система Windows 7</li> <li>пакет прикладных программ Microsoft Office,</li> </ul>
<b>Раздел «Приложения модели»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– классические лекции</li> <li>–практические занятия – решение задач</li> <li>–самостоятельная работа студентов в ЭБС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>операционная система Windows 7</li> <li>пакет прикладных программ Microsoft Office,</li> </ul>



## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная специализированной (учебной) мебелью.**

**Помещение для самостоятельной работы студентов.** Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации

## **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.