

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет математики и компьютерных наук



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Иванов А.Г.

«30» июня 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.02.01 Приложения теории функций в задачах  
гидродинамики, газовой динамики и теории плазмы**

Направление подготовки: 01.04.01 Математика

Направленность (профиль): Комплексный анализ;

Программа подготовки: академическая

Форма обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Приложения теории функций в задачах гидродинамики, газовой динамики и теории плазмы» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.04.01 Математика

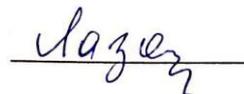
Программу составил:

Тлюстен С.Р., доцент, канд. физ.-мат. наук



Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Приложения теории функций в задачах гидродинамики, газовой динамики и теории плазмы» утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 11 «09» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Лазарев В.А.



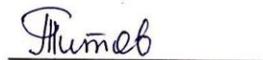
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теории функций протокол № 11 «09» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Лазарев В.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 3 «20» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.



Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,  
директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко О.В., доцент пед. наук, доцент кафедры информационных образовательных технологий ФГБОУ ВО КубГУ

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Основной целью освоения дисциплины «Приложения теории функций в задачах гидродинамики, газовой динамики и теории плазмы» является обучение применению современных методов для решения задач математического моделирования жидких и газообразных сред, изучению основных теоретических положений, связанных с этим и формулируемых на строгом математическом уровне, получение навыков, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных математических методов.

### 1.2 Задачи дисциплины.

- ознакомление магистрантов с методологическими подходами, позволяющими строить адекватные математические модели гидродинамических, аэродинамических и газодинамических явлений;

- ознакомление с некоторыми распространенными моделями течений и основными методами исследования этих моделей.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Приложения теории функций в задачах гидродинамики, газовой динамики и теории плазмы» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для изучения данной дисциплины необходимо прослушать курс математического анализа, комплексного анализа, функционального анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений на уровне бакалавриата.

Изучение данной дисциплины необходимо для успешного прохождения ГИА.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций: ОПК-3, ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ОПК-3	готовностью самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов	- примеры применения теории функций в задачах математической физике.	- строить математические модели с использованием прикладных программных средств.	- математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов математики.
3.	ПК-1	способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	- основные понятия теории функций; -основные понятия и методы вариационного исчисления,	- строить математические модели с использованием прикладных программных средств.	- навыками построения математических моделей с использованием прикладных программных

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			уравнений математической физики.		средств.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			А	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>30,2</b>	<b>30,2</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	
Занятия лекционного типа		14	14	
Лабораторные занятия		-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		16	16	
<b>Иная контактная работа:</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-	
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>113,8</b>	<b>113,8</b>	
Проработка учебного (теоретического) материала		40	40	
Выполнение индивидуальных заданий		60	60	
Подготовка к текущему контролю		13,8	13,8	
<b>Контроль:</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	
Подготовка к экзамену		-	-	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>30,2</b>	<b>30,2</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые во А семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7

1.	Общие сведения о математических моделях гидромеханики, аэродинамики и газовой динамики, физические свойства жидких и газообразных сред.	48	4	4	-	40
2.	Прямые и обратные задачи математического моделирования в гидромеханике, аэродинамике и газовой динамике. Сведения об основных методах решения уравнений движения жидкости и газа (аналитические решения).	50	4	6	-	40
3.	Методы численного моделирования и асимптотического анализа гидромеханических, аэродинамических и газодинамических моделей.	45,8	6	6	-	33,8
<i>Итого по дисциплине:</i>			14	16	-	113,8

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Общие сведения о математических моделях гидромеханики, аэродинамики и газовой динамики, физические свойства жидких и газообразных сред.	<p>1.1 Основные понятия гидродинамики, аэродинамики и газовой динамики (плотность, давление, концентрация), характеризующие их величины – строгие определения. Гипотеза сплошности.</p> <p>1.2 Уравнения движения идеальной жидкости (ускорение по Эйлеру и по Лагранжу), их вывод и формы записи.</p> <p>1.3 Уравнение неразрывности (сплошности) как следствие из закона сохранения массы, его обобщение на случай межфазовых переходов (для многокомпонентных сред).</p>	Опрос
2.	Прямые и обратные задачи математического моделирования в гидромеханике, аэродинамике и газовой динамике. Сведения об основных методах решения уравнений движения жидкости и газа (аналитические решения).	<p>2.1 Потенциальные течения как класс решений уравнений движения идеальной жидкости (Эйлера), постановка задачи обтекания в этом классе, метод комплексного потенциала и конформных отображений.</p> <p>2.2 Интегральные соотношения, являющиеся следствием из уравнений движения идеальной жидкости (уравнения Бернулли для линии тока и для трубки тока, уравнение Коши – Лагранжа).</p> <p>2.3 Учет сжимаемости газа и уравнение его состояния. Энтропия как термодинамический потенциал и как параметр состояния, запись уравнения состояния с использованием энтропии. Адиабатный процесс и границы его применимости.</p> <p>2.4 Задачи обтекания идеальной жидкостью (прямая и обратная), теория Н.Е. Жуковского о подъемной силе.</p> <p>2.5 Основы теории пограничного слоя – обезразмеривание уравнений Навье – Стокса и</p>	Опрос

		асимптотика больших чисел Рейнольдса. Переменные Мизеса.	
3.	Методы численного моделирования и асимптотического анализа гидромеханических, аэродинамических и газодинамических моделей.	<p>3.1 Комплексная плоскость годографа скорости и метод конформных отображений для построения течений с отрывом струй.</p> <p>3.2 Сильно – разрывные решения задач гидродинамики и газовой динамики (вихрепотенциальные и струйные течения, ударные волны) как обобщенные решения уравнений движения идеальной жидкости или газа.</p> <p>3.3 Методы контурных, поверхностных и объемных интегралов для получения пространственно – усредненных величин.</p> <p>3.4 Метод характеристик для нестационарного одномерного течения идеального газа. Волны Римана. Сильные и слабые разрывы в идеальном газе как обобщенные решения. Законы сохранения на ударных волнах (на движущихся скачках).</p> <p>3.5 Метод характеристик для двумерных стационарных сверхзвуковых течений адиабатного газа. Волны Прандтля – Майера как пример обобщенных решений уравнений Эйлера в этом случае. Законы сохранения на неподвижных скачках уплотнения. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио).</p>	Опрос

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Общие сведения о математических моделях гидромеханики, аэродинамики и газовой динамики, физические свойства жидких и газообразных сред.	Примеры точных решений системы уравнений Эйлера, их физическая интерпретация	Решение задач
2.	Прямые и обратные задачи математического моделирования в гидромеханике, аэродинамике и газовой динамике. Сведения об основных методах решения уравнений движения жидкости и газа (аналитические решения).	Интегральные соотношения как следствия из системы уравнений Эйлера (интегралы Бернулли и Коши – Лагранжа), их приложения к решению задач.	Решение задач
3.	Методы численного моделирования и асимптотического анализа гидромеханических, аэродинамических и газодинамических моделей.	Аналогия «мелкой воды» с сверхзвуковыми плоскопараллельными течениями газа. Теория гидравлического удара по Н.Е. Жуковскому.	Решение задач

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия - не предусмотрены.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	<p>1. Барсукова В.Ю., Боровик О.Г. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Краснодар: «КубГУ», 2017. 19 с. Утверждены на заседаниях кафедр факультета математики и компьютерных наук: функционального анализа и алгебры, информационных образовательных технологий, вычислительной математики и информатики, математических и компьютерных методов, теории функций, протокол № 1 от 2017 г.</p> <p>2. Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике. М.: Физматлит, 2011. 216 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/5264#book_name">https://e.lanbook.com/book/5264#book_name</a></p> <p>3. В. И. Юдович. Математические модели естественных наук: Лань, 2011. - 336 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/689#book_name">https://e.lanbook.com/book/689#book_name</a></p>
2	Выполнение индивидуальных заданий	<p>1. Барсукова В.Ю., Боровик О.Г. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Краснодар: «КубГУ», 2017. 19 с. Утверждены на заседаниях кафедр факультета математики и компьютерных наук: функционального анализа и алгебры, информационных образовательных технологий, вычислительной математики и информатики, математических и компьютерных методов, теории функций, протокол № 1 от 2017 г.</p> <p>2. Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике. М.: Физматлит, 2011. 216 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/5264#book_name">https://e.lanbook.com/book/5264#book_name</a></p> <p>3. В. И. Юдович. Математические модели естественных наук: Лань, 2011. - 336 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/689#book_name">https://e.lanbook.com/book/689#book_name</a></p>
3	Подготовка к текущему контролю	<p>1. Барсукова В.Ю., Боровик О.Г. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Краснодар: «КубГУ», 2017. 19 с. Утверждены на заседаниях кафедр факультета математики и компьютерных наук: функционального анализа и алгебры, информационных образовательных технологий, вычислительной математики и информатики, математических и компьютерных методов, теории функций, протокол № 1 от 2017 г.</p> <p>2. Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике. М.: Физматлит, 2011. 216 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/5264#book_name">https://e.lanbook.com/book/5264#book_name</a></p> <p>3. В. И. Юдович. Математические модели естественных наук: Лань, 2011. - 336 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/689#book_name">https://e.lanbook.com/book/689#book_name</a></p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии.**

При изучении данного курса используются как традиционные лекции и лабораторные занятия, так и современные интерактивные образовательные технологии.

Цель лабораторных занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач.

К образовательным технологиям также относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Приложения теории функций в задачах гидродинамики, газовой динамики и теории плазмы» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала, в ходе дискуссий. Также используются занятия-визуализации и доклады студентов.

### **Дискуссия**

Возможность дискуссии предполагает умение высказать собственную идею, предложить свой путь решения, аргументировано отстаивать свою точку зрения, связно излагать мысли. Полезны следующие задания: составление плана решения задачи, поиск другого способа решения, сравнение различных способов решения, проведение выкладок для решения задачи и выкладок для проверки правильности полученного решения, рассмотрение задач с лишними и недостающими данными. Студентам предлагается проанализировать варианты решения, высказать своё мнение. Основной объем использования интерактивных методов обучения реализуется именно в ходе дискуссий.

Общие вопросы, которые выносятся на дискуссию:

Описание модели.

Исследование модели или поиск различных способов решений задачи.

Выбор среди рассматриваемых способов наиболее рационального.

### **Занятие-визуализация.**

В данном типе передача преподавателем информации студентам сопровождается показом различных рисунков, структурно-логических схем, опорных конспектов, диаграмм и т. п. (например, с помощью слайдов) .

Всего учебным планом предусмотрено 12 часа в интерактивной форме

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
А		Дискуссия «Примеры точных решений систем уравнений Эйлера»	6
		Занятие-визуализация: «интегралы Бернулли и Коши – Лагранжа»	6
Итого:			12

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

##### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

##### Задания для практических занятий

1. Скорости частиц потока жидкости задаются соотношениями

$$V_x = \frac{-ay}{x^2 + y^2}, V_y = \frac{ax}{x^2 + y^2}, V_z = 0 \quad (a = \text{const} > 0).$$

Показать возможность существования течения, найти линии тока и построить картину течения.

2. Поле скоростей задано соотношениями

$$V_x = \frac{ax}{x^2 + y^2 + z^2}, V_y = \frac{by}{x^2 + y^2 + z^2}, V_z = \frac{cz}{x^2 + y^2 + z^2}.$$

Определить, какому условию должны удовлетворять постоянные  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , чтобы движение было возможным для несжимаемой жидкости.

3. Найти поток, который получится от сложения плоского равномерного потока вдоль оси  $x$  со скоростью  $V$  и плоского источника мощностью  $Q$ , помещенного в начало координат. Определить составляющие скорости результирующего потока и дать его характеристику.

4. В начале координат расположены сток мощностью  $Q$  и вихрь интенсивностью  $\Gamma$ . Найти линии тока результирующего течения.

5. Насколько повысится давление в критической точке по отношению к давлению в набегающем потоке при обтекании модели подводной лодки: а) потоком воздуха при скорости 144 км/ч ( $H = 0$ ); б) потоком воды ( $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ) со скоростью 36 км/ч?
6. В рабочей части сверхзвуковой трубы, давление, измеренное трубкой полного напора, больше статического в 10 раз. Найти число  $M$  потока.
7. Доказать, что поле скорости несжимаемой жидкости соленоидально.
8. Частицы жидкости движутся в плоскости, проходящей через ось  $z$ . Записать уравнение неразрывности.
9. Доказать, что на тело, погруженное в тяжелую идеальную однородную неподвижную жидкость, со стороны жидкости действует подъемная сила, бравная весу жидкости, вытесненной этим телом (закон Архимеда).
10. На входе в воздухозаборник скорость воздуха на прямом скачке упала в два раза. Определить, во сколько раз повысились температура и давление.
11. Оценить толщину пограничного слоя на задней кромке тонкого профиля с хордой 3 м, движущегося на высоте 4000 м со скоростью 130 м/с (поверхность аэродинамически гладкая).
12. Доказать, что при ламинарном установившемся течении жидкости в трубе радиусом  $R$ , длиной  $L$  при перепаде давления  $\Delta p$  профиль скорости определяется соотношением
- $$V = \frac{R^2 \Delta p}{2\mu L} \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right).$$
13. Масса жидкости движется так, что каждая частица описывает окружность, перпендикулярную к постоянной оси и с центром на ней. Показать, что уравнение неразрывности принимает вид:
- $$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \omega)}{\partial \theta} = 0,$$
- где  $\omega$  - угловая скорость для частицы, положение которой определяется цилиндрическими координатами  $r, \theta, z$ .
14. Определить зависимость давления идеального газа от высоты в поле силы тяжести, если температура газа изменяется по закону  $T = T(z)$ . Рассмотреть частные случаи:
- а)  $T = T_0(1 - z/H), z < H$ ;
- б)  $T = T_0(1 - z^2/H^2), z < H$ .
15. Полусфера радиуса  $R$  с вертикальной осью наполнена до краев жидкостью плотности  $\rho$ . Определить результирующую силу давления на четверть полусферы, отсекаемую двумя вертикальными взаимно перпендикулярными плоскостями.

16. Наблюдатель услышал звук пролетающего на высоте 10 км самолета в то время, когда он удалился от наблюдателя на 10 км по горизонтали. Пренебрегая кривизной ударной волны, оценить число  $M$  полета самолета.

17. Взорвавшийся на поверхности земли снаряд повысил давление в месте взрыва в два раза. Считая параметры воздуха у земли стандартными, определить начальную скорость движения ударной волны без затухания.

18. Струя воздуха движется со скоростью 520 м/с, имея давление  $p_1 = 105$  Па и температуру  $T_1 = 323$  К. Определить скорость, температуру и давление за прямым скачком уплотнения, возникшем в потоке.

19. Сверхзвуковой пассажирский самолет изготовлен из сплава, допускающего длительный нагрев обшивки в критических точках до 530 К. Оценить, с каким максимальным числом  $M$  может лететь самолет на высоте  $H > 11$  км.

20. Самолет летит на высоте 5000 м. Насадок полного давления, установленный на самолете, показал давление 91 192 Па (давление заторможенного потока). Какова скорость самолета и насколько ее надо увеличить, чтобы лететь со скоростью, равной скорости звука на этой высоте?

21. Оценить максимальное число Маха в рабочей части сверхзвуковой аэродинамической трубы, которое можно достичь при температуре в форкамере 20 °С. Температура начала сжижения воздуха 72 К. До какой температуры необходимо нагревать воздух в форкамере, чтобы в рабочей части получить число Маха, равное 10?

### Задания для самостоятельной работы

1. Направленная горизонтальная струя воды бьет в вертикальную стенку. С какой силой струя давит на стенку, если скорость истечения воды  $v = 10$  м/с и вода поступает через трубку, имеющую сечение  $s = 4$  см<sup>2</sup>? Считать, что после удара вода стекает вдоль стенки.

2. В сосуд, в дне которого узкое отверстие закрыт пробкой, налита вода до высоты  $h = 1$  м. Над поверхностью воды находится поршень массой  $m = 1$  кг и площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Между поршнем и стенками сосуда вода не просачивается. Найдите скорость истечения воды из отверстия в дне сосуда сразу после того, как из отверстия будет вынута пробка. Трение не учитывать.

3. Брусок массы  $m$  удерживается в воздухе струями воды, бьющими вертикально вверх из отверстия, сечения  $S$ . Скорость воды на выходе из отверстия  $v$ . Достигнув бруска, вода разлетается от него в горизонтальной плоскости. На какой высоте над отверстием удерживается брусок? Плотность воды  $\rho_0$ .

4. Найти значения  $a$ ,  $M$  и  $\lambda$  для струи воздуха, вытекающей из баллона со скоростью, равной половине максимальной теоретической скорости истечения. Температура в баллоне 127 °С.

5. Сосуд с жидкостью, находящийся в покое, получает на горизонтальной поверхности ускорение  $a$  вправо. Под каким углом к горизонту будет располагаться поверхность жидкости?
6. С какой силой действует вода на прямоугольную плотину высотой  $h$  и шириной  $b$ , когда водохранилище заполнено водой доверху?
7. Оценить толщину пограничного слоя на задней кромке тонкого профиля с хордой 3 м, движущегося на высоте 4000 м со скоростью 130 м/с (поверхность аэродинамически гладкая).
8. Оценить коэффициент сопротивления трения профиля с  $b = 2$  м,  $c = 10$  % при  $H = 0$ ,  $\alpha = 0^\circ$  и  $V_\infty = 280$  м/с.
9. Самолет массой 3000 кг с прямоугольным в плане крылом летит на высоте 1000 м со скоростью 252 км/ч. Площадь крыла  $14 \text{ м}^2$ , размах 9 м. Найти угол скоса потока за задней кромкой крыла, сделать оценку циркуляции свободных вихрей.
10. Вывести уравнения Эйлера в цилиндрической системе координат.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

##### **Вопросы к зачету**

1. Понятие фазовых состояний «жидкость и газ», их отличие по механическим свойствам.
2. Плотность и понятие сплошной среды, примеры сред, не имеющих строгого определения плотности.
3. Понятие идеальной жидкости и идеального газа (последнее только касательно механических и обще – термодинамических характеристик).
4. Уравнение движения идеальной жидкости (Эйлера), примеры его решения (хотя бы один).
5. Уравнение неразрывности (сплошности) как следствие закона сохранения массы.
6. Учет сжимаемости газа и различные виды уравнения состояния. Частный случай несжимаемой жидкости.
7. Уравнение Бернулли вдоль линии тока установившегося течения идеальной жидкости (без доказательства), пример его применения (хотя бы один).
8. Уравнение Бернулли для линии тока идеального газа (без доказательства), пример его применения, эффект Джоуля – Томсона.
9. Взаимодействие потока идеальной жидкости с твердым телом (потенциальное обтекание), нахождение силы, действующей на обтекаемое тело, парадокс Даламбера.
10. Гидравлический удар в трубе, формула Жуковского, пример движения в трубе после гидроудара (динамический процесс при каких либо начальных условиях).
11. Уравнение Навье – Стокса (без доказательства), их обезразмеривание, асимптотика пограничного слоя.
12. Течения около тел в бесконечной области с заданием постоянной скорости в бесконечности (задачи обтекания) – их обезразмеривание и предельные случаи (по числу Рейнольдса).
13. Класс потенциальных и вихрепотенциальных течений (предельный случай бесконечного числа Рейнольдса) как обобщенные решения уравнений Навье – Стокса.

14. Теория Жуковского о подъемной силе крылового профиля. Метод конформных отображений для потенциального обтекания несжимаемой жидкостью. Присоединенный вихрь.
15. Методы контурных, поверхностных и объемных интегралов для получения усредненных по пространству величин. Уравнение Бернулли для трубки тока.
16. Метод характеристик для нестационарного одномерного течения идеального газа. Волны Римана.
17. Метод характеристик для стационарного сверхзвукового течения газа идеального газа. Волны Прандтля – Майера.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике. М.: Физматлит, 2011. 216 с.  
[https://e.lanbook.com/book/5264#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/5264#book_name)
2. В. И. Юдович. Математические модели естественных наук: Лань, 2011. - 336 с.  
[https://e.lanbook.com/book/689#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/689#book_name)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечной системе «Лань».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Гурвиц А., Курант Р. Теория функций. М.: Наука., 1968. 648 с. (32 шт.)

### **5.3 Периодические издания:**

- 1) Вестник МГУ. Серия: Математика. Механика;
- 2) Вестник СПбГУ. Серия: Математика. Механика. Астрономия;
- 3) Известия ВУЗов. Серия: Математика;
- 4) Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Математическая;
- 5) Математика. Реферативный журнал. ВИНТИ;
- 6) Математические заметки;
- 7) Математический сборник.

(перечисленные издания хранятся в фонде библиотеки КубГУ)

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" – <http://biblioclub.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" – <http://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система "Юрайт" – <http://www.biblio-online.ru/>
4. Scopus – база данных рефератов и цитирования – <http://www.scopus.com/>
5. Web of Science (WoS) –

[http://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=V2yRRW6FP9RssAaul78&preferencesSaved](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=V2yRRW6FP9RssAaul78&preferencesSaved)

6. Научная электронная библиотека (НЭБ) – <http://www.elibrary.ru/>
7. Архив научных журналов – <http://archive.neicon.ru/>
8. Электронная Библиотека Диссертаций – <https://dvs.rsl.ru/>
9. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф/>
10. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций – <http://infoneeds.kubsu.ru/>

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и поднимаются проблемные вопросы; практических занятий, на которых широко используются активные и интерактивные образовательные технологии; лабораторных, в процессе проведения которых обучающиеся отрабатывают навыки решения конкретных научных задач.

Важнейшими составляющими курса являются такие виды занятий, самостоятельная работа студентов, такая как разбор лекций, работа с литературой, отработка навыков решения практических задач, подготовка к занятиям-конференциям. В процессе самостоятельной работы обучающимися активно используются информационные справочные системы.

Текущий контроль осуществляется преподавателем, ведущим практические занятия на основе дискуссии со студентами, дающей представление о динамике роста знаний студентов и их научном потенциале; учета активности студента на занятиях.

Итоговый контроль осуществляется в форме зачета.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

- Сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;
- Обработка текстовой, графической и эмпирической информации;
- Подготовка, конструирование и презентация итогов исследовательской и аналитической деятельности;
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий;
- Работа с информационными справочными системами;

– Использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

– Офисный пакет приложений Microsoft Office.

### **8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем**

– Электронные ресурсы библиотеки КубГУ – <https://kubsu.ru/node/1145>  
(см. п. 6)

– Могут использоваться иные информационно-поисковые системы сети Интернет.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Семинарские занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

**Рецензия**  
на рабочую программу дисциплины  
**«Приложения теории функций в задачах гидродинамики, газовой  
динамики и теории плазмы»**  
по направлению подготовки 01.04.01 Математика,  
очной формы обучения.  
Составитель рабочей программы:  
доцент каф. теории функций ФГБОУ ВО «КубГУ» Тлюстен С.Р.

Рабочая программа полностью соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика (уровень магистратуры).

Все основные разделы программы нашли свое отражение в перечне представленных в программе необходимых знаний и компетенций. Рабочая программы содержит тематический план, который раскрывает последовательность изучения тем и разделов программы, с указанием практических часов. Информация о видах и объеме учебной работы содержит тематику лекционных занятий и практических занятий, призванных сформировать у студентов базовые знания и формирование основных навыков, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности.

Содержащийся перечень и количество практических занятий достаточен для формирования уровня подготовки, определенного требованиями ФГОС.

Перечень тем и разделов, которые должны изучить слушатели, а также основные требования к уровню подготовки слушателей объему знаний и умений, которым они должны обладать по каждой из перечисленных тем.

Самостоятельные задания развивают знания, умения и навыки, полученные в результате изучения предмета.

Перечень средств обучения исчерпывающий и соответствует предъявляемым требованиям.

Список литературы содержит достаточный состав источников, необходимых для качественного обучения студентов.

Рабочая программа дисциплины «Приложения теории функций в задачах гидродинамики, газовой динамики и теории плазмы» способствует приобретению и развитию умений и навыков для решения профессиональных задач математическими методами, формированию компетентного специалиста.

Рецензент,  
Гусаков В.А.,  
канд. физ. – мат. наук,  
директор ООО «Просвещение–Юг».

