

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра аэрофизики и газовой динамики**



Рабочая программа дисциплины

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ АЭРОГИДРОМЕХАНИКА 1

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	108	32	32		42			2		
Всего	108	32	32		42			2		
Всего 108 часов /3 зачетные единицы из них: - контактная работа 66 часа										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

1

Аннотация

к рабочей программе дисциплины курса «Теоретическая аэрогидромеханика 1»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Теоретическая аэрогидромеханика 1» имеет своей целью ознакомить студента с современными понятиями гидро и аэромеханики.

Целью освоения курса является ознакомление студентов с 1) базовыми понятиями механики сплошных сред; 2) основными моделями аэро- и гидродинамики; 3) аналитическими решениями классических задач, описываемых в различных постановках течений идеальных и вязких сред.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Знать основные понятия механики сплошных сред: лагранжево и эйлерово описание, тензоры деформации, скоростей деформация, тензор напряжения, основные законы механики сплошных сред в интегральной и дифференциальной форме, классические модели механики сплошных сред, особенности разрывных течений, основные интегралы теоремы для идеальных баротропных течений, применение теорий функций комплексного переменного для описания плоских течений идеальной жидкости.</p> <p>Уметь описывать сплошные среды с точки зрения лагранжево или эйлерова подхода, уметь преобразовывать основные уравнения движения из одного подхода в другой, вычислять главные значения, инварианты и направления тензоров деформации, скоростей деформации и напряжения, применять соотношения на сильном разрыве для описания параметров среды с разных сторон скачка, использовать интеграл Бернулли и Коши-Лагранжа для описания баротропных течений, строить потенциалы плоских потенциальных течений идеальной жидкости и вычислять силу сопротивления и момент, действующие на тело в рамках таких течений.</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		Владеть алгоритмами нахождения главных значений, инвариантов и направления тензоров деформации, скоростей деформации и напряжения, способами расчета параметров потока и сил, действующих на тело, со стороны жидкости с использованием интегралов Бернулли, Коши-Лагранжа и комплексных потенциалов для плоскопараллельного движения идеальной жидкости, навыками работы со справочными материалами, необходимыми для описания течений жидкости и газа (различные константы и уравнения состояний).

Всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов, материал лекционного курса увязывается с современными исследованиями в аэрофизики, газовой динамики и гидродинамики. Все практические занятия проводятся в интерактивной форме. Специально указываются темы, активно обсуждающиеся в текущей профессиональной научной литературе и планах дальнейших работ в институтах, в котором студенты планируют проходить научную практику. Материал курса увязывается с общефизическими и математическими дисциплинами, изучаемыми студентами-физиками (электродинамика, высшая алгебра и т.д.) и спецкурсами, параллельно изучающимися по данной специальности, а также лабораторными работами, выполняемыми в рамках отдельного спецпрактикума.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «**Теоретическая аэрогидромеханика 1**» реализуется в осеннем семестре 3-го курса бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой аэрофизики и газовой динамики.

Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по таким физическим дисциплинам как электродинамика, а также по математике (дифференциальное и интегральное исчисления, ряды Фурье, численные методы решения систем линейных уравнений, элементы теории групп и др.). Он должен предшествовать выполнению квалификационной работы бакалавра по данной специализации, т.к. дает бакалавру необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения его квалификационной работы.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	108	32	32		42			2		
Всего	108	32	32		42			2		
Всего 108 часов /3 зачетные единицы из них: - контактная работа 66 часа										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, контрольная работа, домашние задания, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль: осуществляется контроль посещения лекций, выполнения домашних заданий. Часть времени на лекциях отводится обсуждению со студентами практических задач.
- промежуточная аттестация: зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- практические занятия – 32 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 42 часа;
- промежуточная аттестация (зачет) – 2 часа.

Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, семинарского типа) составляет 66 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Теоретическая аэрогидромеханика 1» представляет собой семестровый курс, читаемый на 3-ем курсе физического факультета НГУ в 5 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Основные понятия механики сплошных сред	1	8	2	2	4	
2.	Основные тензорные величины для описания деформации сплошной среды	2-7	38	12	12	14	
3.	Законы сохранения в механике сплошной среды и классические модели	8-10	18	6	6	6	
4.	Сильные разрывы при течении сплошных сред	11	10	2	2	6	
5.	Общая теория течения жидких и газообразных сред	12-14	18	6	6	6	
6.	Плоские потенциальные течения идеальной жидкости	15-16	14	4	4	6	
7.	Зачет	17	2				2
Итого:			108	32	32	42	

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

Раздел 1. Основные понятия механики сплошных сред (2 часа)

Предмет механики сплошных сред. Основные гипотезы механики сплошных сред. Понятие материальной точки. Лагранжево и эйлерово описание сплошной среды. Траектория, скорость, ускорение. Стационарное нестационарное течение. Линии тока поля скорости.

Раздел 2. Основные тензорные величины для описания деформации сплошной среды (12 часов)

Криволинейные системы координат. Скаляр. Вектор. Ковариантность и контравариантность. Тензор. Тензорная алгебра. Произведение тензоров. Сокращение индексов. Теоремы о тензорах. Фундаментальная квадратичная форма и тензор. Метрика. Скалярное произведение векторов. Движение сплошной среды. Сопутствующий базис. Метрический тензор. Нелинейный тензор деформации. Геометрическая интерпретация компонент тензора деформаций. Главные деформации и инварианты. Связь между относительным изменением объема и инвариантами тензора деформаций. Вектор перемещений. Связь вектора перемещений, метрического тензора и тензора деформаций. Тензор скоростей деформации. Распределение скоростей в бесконечно малой частице. Теорема Коши-Гельмгольца. Свойства компонент, главные значения и собственные векторы тензора скоростей деформации. Объемные и массовые силы. Поверхностные силы. Тензор напряжения Коши. Разложение напряжения на составляющие. Главные напряжения и оси тензора напряжения.

Раздел 3. Законы сохранения в механике сплошной среды и классические модели (6 часов)

Траектория движения сплошной среды. Формула Эйлера. Законы сохранения параметров сплошной среды в интегральной и дифференциальной форме. Жидкость, газ, твёрдое тело основные отличия. Идеальные, неидеальные и линейные и нелинейные среды. Модели идеальной несжимаемой жидкости, идеального политропного нетеплопроводного газа, вязкой несжимаемой жидкости, вязкого сжимаемого теплопроводного газа.

Раздел 4. Сильные разрывы при течении сплошных сред (2 часа)

Обобщённые движения сплошной среды. Соотношения на сильном скачке. Классификация сильных разрывов. Соотношение для ударных волн.

Раздел 5. Общая теория течения жидких и газообразных сред (6 часов)

Баротропные течения. Функция давления. Форма Громеки-Ламба для уравнения движения. Уравнения динамической возможности движения. Интегралы Бернулли и Коши и условия их существования. Кинетическая энергия безвихревого течения. Теорема Томсона.

Вихревые течения. Вихревые линия, трубка. Теорема о циркуляции вектора вихря. Теорема о производной циркуляции скорости. Теорема Томсона. Теорема Лагранжа. Первая и вторая теоремы Гельмгольца.

Раздел 6. Плоские потенциальные течения идеальной жидкости (4 часа)

Определение плоского течения. Функция тока и её свойства. Связь потенциала и функции тока. Комплексный потенциал и его свойства. Простейшие течения (источник, сток, вихрь, диполь).

Программа практических занятий (32 часа)

1. Эйлерово и лагранжево описание сплошной среды. (2 часа)
2. Криволинейные системы координат. Метрический тензор. Физические компоненты тензора. Линии тока и вихревые линии. Тензор деформации. Тензор малых деформаций и тензор поворота. Главные оси тензора деформации и главные деформации. Тензор напряжений. Инварианты. Экстремальные значения касательного и нормального напряжения. (12 часов)
3. Уравнения неразрывности, движения и энергии идеальной несжимаемой нетеплопроводной жидкости, идеального нетеплопроводного газа, вязкого теплопроводного газа. (6 часов)
4. Термодинамические функции среды. Второй закон термодинамики. (2 часа)
5. Плоские потенциальные течения идеальной жидкости. Функция тока, потенциал, расход, циркуляция. Взаимодействие двух вихревых нитей. Вихревое кольцо. Потенциальное обтекание параболы, эллиптического цилиндра, пластинки, угла. (6 часов)
6. Контрольная работа. (4 часа)

Самостоятельная работа студентов (42 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	8
Подготовка к контрольной работе	17
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	17

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 1. М.:Наука, 1970.
2. Сокольников И. С. Тензорный анализ (теория и применение в геометрии и в механике сплошных сред). Перевод с англ. Главная редакция физ.-мат. лит. Изд. М.: Наука, 1971.
3. Овсянников Л. В. Лекции по основам газовой динамики. Москва-Ижевск:Институт компьютерных исследований, 2003.

5.2. Дополнительная литература

1. Кочин Н. Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. Изд. 9-е. М.: Наука, 1965.
2. Годунов С. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами: Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1994. – Т.1.: Краевые задачи.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. Киселев С.П. Сборник задач по теоретической аэрогидромеханике: Учебное пособие/Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 1993. – 122 с. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
2. Эглит М.Э и др. Механика сплошных сред в задачах. Том 1: Теория и задачи. —М.: «Московский лицей», 1996. — 396 с. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
3. Эглит М.Э и др. Механика сплошных сред в задачах. Том 2: Ответы и решения. —М.: «Московский лицей», 1996. — 394 с. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
4. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
5. Эглит М.Э. Лекции по основам механики сплошных сред. Изд.2-е, испр. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
6. Кочин Н. Е., Кибель И. А., Розе Н. В. Теоретическая гидромеханика. М.:Гос. издат. физ.-мат. лит., 1963. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
7. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов.– 7-е изд., испр. М.:Дрофа, 2003. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «**Теоретическая аэрогидромеханика 1**» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также проведения коротких самостоятельных работ в начале каждого занятия с решением типовых задач, разобранных на предыдущем занятии. В течение семестра студентам необходимо успешно выполнить несколько домашних работ, предполагающие решение задач по темам практических занятий.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Зачет по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирован не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области теоретической аэрогидромеханики в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на зачёте, который выставляется по результату сдачи студентами в устной форме задач контрольной работы.

Задачи подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1. Зачёт является успешно пройденным, если сданы все задачи.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p>	<p>Знать основные понятия механики сплошных сред: лагранжево и эйлерово описание, тензоры деформации, скоростей деформация, тензор напряжения, основные законы механики сплошных сред в интегральной и дифференциальной форме, классические модели механики сплошных сред, особенности разрывных течений, основные интегралы теоремы для идеальных баротропных течений, применение теорий функций комплексного переменного для описания плоских течений идеальной жидкости.</p>	<p>Проведение контрольных работ, зачет.</p>
<p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области</p>	<p>Уметь описывать сплошные среды с точки зрения лагранжево или эйлерова подхода, уметь преобразовывать основные уравнения движения из одного подхода в другой, вычислять главные значения, инварианты и направления тензоров деформации, скоростей деформации и напряжения, применять соотношения на сильном разрыве для описания параметров среды с разных сторон скачка, использовать интеграл Бернулли и Коши-Лагранжа для описания баротропных течений, строить потенциалы плоских потенциальных течений идеальной жидкости и вычислять силу сопротивления и момент, действующие на тело в рамках таких течений.</p>	<p>Проведение контрольных работ, зачет.</p>
<p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Владеть алгоритмами нахождения главных значений, инвариантов и направления тензоров деформации, скоростей деформации и напряжения, способами расчета параметров потока и сил, действующих на тело, со стороны жидкости с использованием интегралов Бернулли, Коши-Лагранжа и комплексных потенциалов для плоскопараллельного движения идеальной жидкости, навыками работы со справочными материалами, необходимыми для описания течений жидкости и газа (различные константы и уравнения состояний).</p>	<p>Проведение контрольных работ, зачет.</p>

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Теоретическая аэрогидромеханика 1».

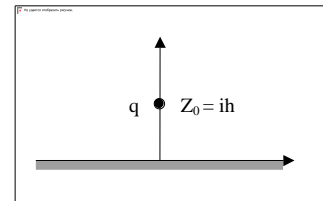
Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

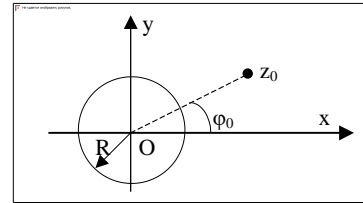
10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примерный вариант контрольной работы (ПК-1, ПК-2)

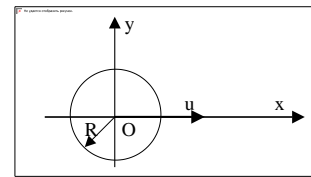
1. Найти силу f , действующую на источник обильности q , расположенный над стенкой на расстоянии h .



2. Найти силу F , действующую на круг радиуса R при обтекании потоком идеальной жидкости, создаваемым источником обильности Q , расположенном в точке z_0 .



3. Найти присоединенную массу (на единицу длины) кругового цилиндра радиуса R .



4. Найти поле скоростей для заданного поля поворота $\vec{\omega} = \frac{cx_2}{x_1^2 + x_2^2} \vec{e}_1 + \frac{cx_1}{x_1^2 + x_2^2} \vec{e}_2$.

5. Найти собственные значения λ_i , векторы n_i , инварианты I для тензора деформаций.

$$\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & 1 \\ 0 & 1 & -2 \end{pmatrix}$$

6. Найти P для заданного уравнения состояния $P = P(V, T)$

Примерный вариант домашней работы (ПК-1, ПК-2)

Домашняя работа №1 (ПК-1, ПК-2)

1. Для заданного тензора определить физические компоненты тензора в цилиндрической системе координат.
2. Для заданной косоугольной системы координат найти метрический тензор, ковариантную систему координат.

Домашняя работа №2 (ПК-1, ПК-2)

1. Задано поле скоростей в Эйлеровой системе координат. Требуется записать скорость и ускорении сплошной среды в терминах Лагранжевого подхода, построить линии тока.
2. По заданному полю перемещения построить тензор деформации. Найти его главные значения, главные направления и инварианты.

Домашняя работа №3 (ПК-1, ПК-2)

1. Вычислить нормальное и касательное напряжение на заданной площадке (например, октаэдрической)
2. Определить экстремальные значения касательного и нормального напряжения

Домашняя работа №4 (ПК-1, ПК-2)

1. Используя интеграл Бернулли, определить скорость истечения газа из большого сосуда в атмосферу через малое отверстие.

2. По покоящемуся газу с заданным давлением и удельным объемом распространяется ударная волна, за фронтом которой заданы давление и удельный объем. Найти давление и удельный объем за ударной волной после отражения её от преграды.

Домашняя работа №5 (ПК-1, ПК-2)

1. Для заданного комплексного потенциал плоскопараллельного течения требуется построить линии тока.
2. Для заданных плоских вихревых нитей с заданными циркуляциями найти законы их движения на плоскости.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 1), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации фонда оценочных средств
по дисциплине «Теоретическая аэрогидромеханика 1»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного