Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.11.2026 14:29:36
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b[illegible]

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет
Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано
деканом физико-математического факультета
«18» марта 2026 г.
_____
/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Механика сплошных сред

Направление подготовки
03.03.02 Физика

Профиль:
Фундаментальная физика и нанотехнологии

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета
Протокол «18» марта 2026 г. № 8
Председатель УМКом_____
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой фундаментальной
физики и нанотехнологии
Протокол от «17» февраля 2026 г. № 12
Зав. кафедрой_____
/Холина С.А./

Москва
2026

Автор-составитель:

Кузнецов М. М., доктор физико-математических наук, профессор

Рабочая программа дисциплины «Механика сплошных сред» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в модуль «Теоретическая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2026.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3.	Объем и содержание дисциплины	4
4.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	8
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	12
6.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	17
7.	Методические указания по освоению дисциплины	18
8.	Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18
9.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	18

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины «Механика сплошных сред»: ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины «Механика сплошных сред» как современной комплексной фундаментальной науки; формирование естественнонаучного мировоззрения на основе знания особенностей, основных принципов и закономерностей развития Вселенной; интеллектуальное развитие студентов через систему классических и современных естественнонаучных концепций.

Задачи дисциплины: ознакомить студентов с основными проблемами, закономерностями, историей и тенденциями развития механики сплошных сред, в которых раскрываются фундаментальные научные проблемы современной науки; сформировать понимание принципов преемственности, соответствия и непрерывности в изучении природы; дать представление о революциях в теоретической физике и смене научных мировоззрений как ключевых этапах развития естествознания; сформировать понимание сущности фундаментальных законов природы, определяющих облик современного естествознания, к которым сводится множество законов теоретической физики; сформировать знания, необходимые для изучения смежных дисциплин; расширить кругозор, сформировать научное мышление и научное мировоззрение, основанное на синтезе естественнонаучных и гуманитарных концепций.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Механика сплошных сред» у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Механика сплошных сред» входит в модуль «Теоретическая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Механика сплошных сред» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Введение в общую физику», «Механика», «Теоретическая механика» «Математический анализ», «Линейная алгебра» и «Аналитическая геометрия».

Компетенции, знания, навыки и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, должны всесторонне использоваться и развиваться студентами в процессе последующей профессиональной деятельности

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, дадут возможность студентам осваивать такие дисциплины учебного плана, как «Механика сплошных сред», «Электродинамика», «Квантовая теория», «Статистическая физика» и «Физическая кинетика».

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объём дисциплины в зачётных единицах	4
Объём дисциплины в часах	144
Контактная работа:	92,3
Лекции	30
Практические занятия	60
из них, в форме практической подготовки	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	42

Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации является: экзамен в 5 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Практические занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
Тема 1. Предмет механики сплошных сред Предмет и проблемы механики сплошных сред. Основные гипотезы. Понятия и основные свойства скалярных, векторных и тензорных полей. Симметричные и антисимметричные тензорные поля. Символ Леви – Чивита. Элементы векторного анализа	2	4	4
Тема 2. Деформации сплошной среды Смещения точек малой частицы сплошной среды. Сдвиги, повороты, удлинения. Тензор деформации и тензор скоростей деформации	2	4	4
Тема 3. Переменные Лагранжа и Эйлера Понятия переменных Лагранжа и Эйлера. Скорость и ускорение в переменных Эйлера и в переменных Лагранжа. Переход от одних переменных Лагранжа к переменным Эйлера и обратно	2	4	4
Тема 4. Поле скоростей Понятие поля скоростей. Линии тока и их дифференциальные уравнения. Циркуляция и поток скорости. Завихрённость. Массовая плотность среды. Уравнение неразрывности в переменных Лагранжа и объёмное расширение сплошной среды при деформации. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера. Несжимаемая жидкость.	2	4	4
Тема 5. Силы в сплошной среде Распределение сил в сплошной среде. Массовые и поверхностные силы. Тензор напряжений. Идеальная жидкость	2	4	4
Тема 6. Уравнения движения сплошной среды Об уравнениях движения сплошной среды. Симметричность тензора напряжений. Баротропные процессы. Уравнения движения идеальной жидкости. Граничные условия. Уравнения Ламба – Громеки и Гельмгольца	2	4	4
Тема 7. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости Интеграл Бернулли вдоль линии тока. Потенциальное течение. Интегралы Бернулли – Эйлера и Лагранжа – Коши. Теоремы Томсона и Гельмгольца	2	4	4
Тема 8. Адиабатические течения Уравнения адиабатичности движения среды. Скорость звука и критическая скорость течения. Сопло Лаваля	2	4	4
Тема 9. Уравнения плоскопараллельных движений Плоские потенциальные течения несжимаемой жидкости. Функция тока. Комплексный потенциал. Комплексная скорость. Соотношения Коши – Римана. Уравнения плоскопараллельных движений	2	4	4

Тема 10. Примеры плоских потенциальных течений Плоские потенциальные течения: точечный источник (сток), точечный вихрь, вихреисточник, диполь, квадруполь. Применение метода конформных отображения для построения плоских течений	2	4	4
Тема 11. Элементы аэродинамики Предмет аэродинамики. Формулы Чаплыгина – Блязиуса. Теорема Жуковского о подъёмной силе. Парадокс Даламбера. Уравнения изменения импульса для сплошной среды. Тензор потока импульса	2	4	4
Тема 12. Уравнения движения вязкой изотропной жидкости Вязкая изотропная жидкость. Тензор вязких напряжений. Коэффициенты вязкости. Уравнения движения вязкой изотропной жидкости. Уравнение Навье – Стокса для несжимаемой вязкой жидкости	2	4	4
Тема 13. Диссипация энергии в несжимаемой среде Уравнение изменения энергии для сплошной несжимаемой среды. Вектор плотности потока энергии. Положительность коэффициентов вязкости	2	4	4
Тема 14. Волновые движения идеальной жидкости Задача Римана для волн в идеальной жидкости. Опрокидывание волнового фронта. Уравнение Бюргерса для волн в вязкой жидкости. Ударные волны.	2	4	4
Тема 15. Уравнения движения в безразмерных переменных. Числа подобия. Критерии подобия. Задача Стокса. Ламинарное и турбулентное течения	2	4	4
Итого	**30**	**60**	**60**

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	**Задание на практическую подготовку (медицинская деятельность)**	**количество часов**
Тема 1. Предмет механики сплошных сред	Создать классификатор моделей сплошных сред и их применения в физических задачах.	
Тема 2. Деформации сплошной среды	Разработать программный модуль для расчёта тензора деформации и тензора скоростей деформации сплошной среды.	
Тема 3. Переменные Лагранжа и Эйлера	Создать программный модуль для перехода между переменными Лагранжа и Эйлера в задачах описания движения сплошной среды.	
Тема 4. Поле скоростей	Разработать программный модуль для визуализации и анализа поля скоростей сплошной среды.	
Тема 5. Силы в сплошной среде	Составление программного модуля для расчёта сил, действующих в сплошной среде.	
Тема 6. Уравнения движения сплошной среды	Разработать программную реализацию уравнений движения сплошной среды в различных формах записи.	
Тема 7. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости	Создать программный модуль для применения интегралов уравнений движения идеальной жидкости.	

Тема 8. Адиабатические течения	Разработать методику расчёта адиабатических течений газа.	
Тема 9. Уравнения плоскопараллельных движений	Создать программный модуль для решения уравнений плоскопараллельных движений жидкости.	
Тема 10. Примеры плоских потенциальных течений	Разработать программный модуль для аэродинамического расчёта плоских потенциальных течений.	
Тема 11. Элементы аэродинамики	Создать программный модуль для аэродинамического расчёта крылового профиля.	
Тема 12. Уравнения движения вязкой изотропной жидкости	Разработать программную реализацию уравнений движения вязкой изотропной жидкости.	
Тема 13. Диссипация энергии в несжимаемой среде	Создать программный модуль для расчёта диссипации энергии в несжимаемой среде.	
Тема 14. Волновые движения идеальной жидкости	Разработать методику анализа волновых движений идеальной жидкости.	
Тема 15. Уравнения движения в безразмерных переменных.	Создать программный модуль для приведения уравнений движения к безразмерному виду и анализа критериев подобия.	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчётности

Предмет механики сплошных сред	Предмет и проблемы механики сплошных сред. Основные гипотезы	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Скалярные, векторные и тензорные поля	Понятия и основные свойства скалярных, векторных и тензорных полей. Симметричные и антисимметричные тензорные поля. Символ Леви – Чивита. Элементы векторного анализа	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Деформации сплошной среды	Смещения точек малой частицы сплошной среды. Сдвиги, повороты, удлинения. Тензор деформации и тензор скоростей деформации	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Переменные Лагранжа и Эйлера	Понятия переменных Лагранжа и Эйлера. Скорость и ускорение в переменных Эйлера и в переменных Лагранжа. Переход от одних переменных Лагранжа к переменным Эйлера и обратно	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Поле скоростей	Понятие поля скоростей. Линии тока и их дифференциальные уравнения. Циркуляция и поток скорости. Завихрённость	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Уравнение неразрывности	Массовая плотность среды. Уравнение неразрывности в переменных Лагранжа и объёмное расширение сплошной среды при деформации. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера. Несжимаемая жидкость	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Силы в сплошной среде	Распределение сил в сплошной среде. Массовые и поверхностные силы.	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации,	Учебно-методическое и ресурсное обес-	домашнее задание, реферат

	Тензор напряжений. Идеальная жидкость		практические задания, подготовка докладов и презентаций	печение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	
Уравнения движения сплошной среды	Об уравнениях движения сплошной среды. Симметричность тензора напряжений. Баротропные процессы. Уравнения движения идеальной жидкости. Граничные условия. Уравнения Ламба – Громеки и Гельмгольца	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Интегралы уравнений движения идеальной жидкости	Интеграл Бернулли вдоль линии тока. Потенциальное течение. Интегралы Бернулли – Эйлера и Лагранжа – Коши. Теоремы Томсона и Гельмгольца	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Адиабатические течения	Уравнения адиабатичности движения среды. Скорость звука и критическая скорость течения. Сопло Лаваля	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Уравнения плоскопараллельных движений	Плоские потенциальные течения несжимаемой жидкости. Функция тока. Комплексный потенциал. Комплексная скорость. Соотношения Коши – Римана. Уравнения плоскопараллельных движений	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Примеры плоских потенциальных течений	Плоские потенциальные течения: точечный источник (сток), точечный вихрь, вихреисточник, диполь, квадруполь. Применение метода конформных отображения для построения плоских течений	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Элементы аэродинамики	Предмет аэродинамики. Формулы Чаплыгина – Блязиуса. Теорема Жуковского о подъёмной силе. Парадокс Даламбера	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка до-	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат

			кладов и презентаций		
Тензор потока импульса	Уравнения изменения импульса для сплошной среды. Тензор потока импульса	2		Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Уравнения движения вязкой изотропной жидкости	Вязкая изотропная жидкость. Тензор вязких напряжений. Коэффициенты вязкости. Уравнения движения вязкой изотропной жидкости. Уравнение Навье – Стокса для несжимаемой вязкой жидкости	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Диссипация энергии в несжимаемой среде	Уравнение изменения энергии для сплошной несжимаемой среды. Вектор плотности потока энергии. Положительность коэффициентов вязкости	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Волновые движения идеальной жидкости	Задача Римана для волн в идеальной жидкости. Опрокидывание волнового фронта. Уравнение Бюргерса для волн в вязкой жидкости. Ударные волны	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Критерии подобия и турбулентность	Уравнения движения в безразмерных переменных. Числа подобия. Критерии подобия. Задача Стокса. Ламинарное и турбулентное течения	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	домашнее задание, реферат
Итого		**42**			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их

формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	**Знать:** основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. **Уметь:** использовать возможности современных методов физических исследований для решения физических задач.	решение задач, домашнее задание, реферат	Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания домашних работ, шкала оценивания рефератов
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	**Знать:** основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. **Уметь:** осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач; эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование; получать необходимую научно-техническую информацию с помощью современных информационных технологий. **Владеть:** методами компьютерного моделирования различных физических процессов; навыками работы с современной сложной физической аппаратурой.	решение задач, домашнее задание, реферат, практическая подготовка	Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания домашних работ, шкала оценивания рефератов, шкала оценивания практических работ

Шкала оценивания написания домашнее задание

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент выполнил 71-90% от всех заданий.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент выполнил 51-70% от всех заданий.	5-7
Удовлетворительный	Если студент выполнил 31-50% от всех заданий.	2-4
Неудовлетворительный	Если студент выполнил 0-30% от всех заданий.	0-1

Шкала оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

Шкала оценивания написания реферата

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий	Студент показывает хорошее знание темы работы, а ответы не содержат негрубых ошибок, недостатков и недочётов	8-10
Оптимальный	Студент показывает понимание темы работы, а в ответах может быть до трёх негрубых ошибок, недостатков и недочётов	7-8

Удовлетворительный	Студент в целом показывает понимание темы работы, но в ответах имеется много ошибок, недостатков и недочётов	5-6
Низкий	Студент в целом показывает незнание темы работы, однако высказывает отдельные правильные ответы или соображения	3-4
Неудовлетворительный	Студент показывает полное незнание темы выполненной работы	0-2

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / отработан алгоритм решения задач по каждой теме	5
средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / не полностью отработан алгоритм решения задач по каждой теме	2
низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / не отработан алгоритм решения задач по каждой теме.	0

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашних заданий

1. Движение среды происходит по закону

$$x_1 = \xi_1\left(1+\frac{t}{\tau}\right), x_2 = \xi_2\left(1+2\frac{t}{\tau}\right), x_3 = \xi_3\left(1+\frac{t^2}{\tau^2}\right), \tau = const.$$

Найти поля скорости и ускорения в лагранжевом описании. Где находится в момент $t = 3\tau$ частица, которая в момент $t = \tau$ находилась в точке пространства с координатами (a, b, c)?

2. Сформулировать понятия тензора второго ранга и выделить симметричную и несимметричную части тензора

$$\frac{\partial v_i}{\partial x_k}$$

3. Доказать, что для тензора второго ранга g_{ik} имеет место теорема Гаусса:

$$\int \frac{\partial g_{ik}}{\partial x_k} \mathrm{dV} = \int g_{ik} n_k dS$$

(V) (S)

где V – объём некоторой замкнутой области, S – её поверхность, n – вектор внешней нормали.
Указание: считать теорему Гаусса выполненной для векторов A_k:

$$\int \frac{\partial A_k}{\partial x_k} \mathrm{dV} = \int A_k n_k dS.$$

4. Доказать, что необходимым условием выполнения уравнения гидростатики $\vec{\nabla} P = \rho \vec{f}$, когде внешние силы $\vec{f}$ имеют потенциал V, т. е.

$$\vec{\nabla}\, \mathrm{P} = \rho\, \vec{\nabla}\, \mathrm{V}.$$

5. Доказать следующие равенства:

1) rot grad φ = 0;
2) diV rot $\vec{\mathrm{A}}$ = 0.

Здесь V и A – скалярная и векторная величина функции координат соответственно.
Используя равенство (1), показать, что в потенциальных течениях, где скорость $\vec{V}$ равна grad φ, вектор вихря $\vec{\omega}$ = rot $\vec{V}$ всегда равен нулю.

Примерные задания для решения задач

Вариант 1

1. Найти характерное время выравнивания концентрации оси в цилиндрическом сосуде высотой h, заполненном жидкостью, в которой коэффициент диффузии соли равен D.

2. В горизонтально расположенной трубе диаметром 5 см течёт вода. В одном месте труба имеет сужение диаметром 4 см. Объёмный расход воды равен 1.7 л/с. Найти разность уровней воды в манометрических трубках в широкой и узкой частях трубы. Ускорение свободного падения равно 9.81 м/с^2.

3. Показать, что во вращающейся как твёрдое тело жидкости с круговой частотой вектор вихря "ω" = rot $\vec{V}$ = 2R.

4. Скорость стационарного течения в некоторой области имеет вид **v** = **a**·exp(–**br**), где **a** и **b** – постоянные векторы. Найти завихрённость **Ω** данного течения в данной области.

5. Касторовое масло течёт через две соединённые вдоль осей горизонтальные трубки, имеющие радиусы 3 мм и 5 мм и длины 7 см и 2 см соответственно. Избыточное давление масла в этой системе равно 10 кПа, динамическая вязкость масла равна 987 мПа·с. Определить объёмный расход течения масла и избыточное давление масла в длинной трубке.

Вариант 2

1. .Пусть z_0 – высота уровня жидкости в сосуде, z – высота отверстия над основанием сосуда. Определить расстояние, на котором вытекающая из сосуда жидкость достигнет плоскости основания сосуда. При каком z (при заданном z_0) это расстояние будет максимальным?

2. Сопло фонтана имеет форму усечённого конуса, сужающегося вверх. Диаметр нижнего сечения в 3 раза больше диаметра верхнего сечения, а высота сопла равна 5 см. Разность давлений в нижнем и верхнем сечениях сопла составляет 49 кПа. На какую высоту поднимается струя фонтана? Плотность воды равна 1000 кг/м^3, а ускорение свободного падения 9.81 м/с^2.

3. Идеальный газ, находящийся в сосуде при температуре t_0 адиабатически вытекает через малое отверстие в стенке сосуда. Определить скорость истечения газа, если температура в окружающей среде равна t.

4. Потенциал скорости стационарного течения в некоторой области пространства имеет вид $\varphi = r^2(\mathbf{ar})$, где **a** – постоянный вектор, $r = |\mathbf{r}|$. Найти скорость **v** данного течения.

5. Функция тока плоского потенциального течения идеальной несжимаемой жидкости в некоторой области имеет вид $\Psi = \alpha(x^2 - y^2)$. Найти в этой области общий вид потенциала скорости φ, а также проекции скорости v_x и v_y данного течения.

Примерные темы рефератов

1. Уравнения движения идеальной жидкости в криволинейных координатах.
2. Уравнения движения идеальной жидкости в неинерциальных координатах.
3. Уравнения фильтрации.
4. Закон Дарси в теории фильтрации.
5. Фильтрационная теорема о прямой.
6. Фильтрационная теорема об окружности
7. Теория движения твёрдой сферической аэрозольной частицы в неоднородной по температуре вязкой среде.
8. Теория движения твёрдой сферической аэрозольной частицы в неоднородной по концентрации бинарной газовой смеси.
9. Теория термофореза капель раствора в неоднородной вязкой среде.
10. Теория диффузиофореза капель раствора в неоднородной вязкой среде.

Перечень заданий на практическую подготовку

1. Создать классификатор моделей сплошных сред и их применения в физических задачах.
2. Разработать программный модуль для расчёта тензора деформации и тензора скоростей деформации сплошной среды.
3. Создать программный модуль для перехода между переменными Лагранжа и Эйлера в задачах описания движения сплошной среды.
4. Разработать программный модуль для визуализации и анализа поля скоростей сплошной среды.
5. Составление программного модуля для расчёта сил, действующих в сплошной среде.

6. Разработать программную реализацию уравнений движения сплошной среды в различных формах записи.
7. Создать программный модуль для применения интегралов уравнений движения идеальной жидкости.
8. Разработать методику расчёта адиабатических течений газа.
9. Создать программный модуль для решения уравнений плоскопараллельных движений жидкости.
10. Разработать программный модуль для аэродинамического расчёта плоских потенциальных течений.
11. Создать программный модуль для аэродинамического расчёта крылового профиля.
12. Разработать программную реализацию уравнений движения вязкой изотропной жидкости.
13. Создать программный модуль для расчёта диссипации энергии в несжимаемой среде.
14. Разработать методику анализа волновых движений идеальной жидкости.
15. Создать программный модуль для приведения уравнений движения к безразмерному виду и анализа критериев подобия.

Примерные вопросы для экзамена

1. Переменные Лагранжа и Эйлера.
2. Скалярные, векторные и тензорные поля.
3. Деформационная составляющая движения сплошной среды.
4. Тензор скоростей деформации.
5. Ускорение точки среды в переменных Эйлера.
6. Переход от переменных Лагранжа к переменным Эйлера и обратно.
7. Поле скоростей и его основные характеристики.
8. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера.
9. Уравнение неразрывности в переменных Лагранжа.
10. Распределение сил в сплошной среде.
11. Тензор напряжений.
12. Уравнение движения идеальной жидкости.
13. Уравнения адиабатического движения среды.
14. Уравнения плоско-параллельных течений идеальной несжимаемой жидкости.
15. Первые интегралы уравнений движения идеальной жидкости.
16. Комплексный потенциал плоских течений.
17. Функция тока. Линии тока.
18. Потенциал скорости. Эквипотенциали.
19. Комплексная скорость.
20. Комплексный потенциал точечного вихря.
21. Комплексный потенциал источника (стока).
22. Вихреисточник.
23. Диполь.
24. Квадруполь.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов ГУП».

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков

рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (меньше 40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах университета исходя из требований образовательных стандартов.

Шкала оценивания экзамена.

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Верное решение задачи. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	21-30
Оптимальный	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	15-20
Удовлетворительный	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	8-14
Неудовлетворительный	Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.	0-7

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Отлично
61-80	Хорошо
41-60	Удовлетворительно
0-40	Неудовлетворительно

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Емельянов, В. Н. Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели : учебное пособие для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 162 с. — Текст : электронный. — URL: https://www.urait.ru/bcode/514485

2. Лотов, К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 135 с. — Текст : электронный. — URL: https://www.urait.ru/bcode/494788
3. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 860 с. — Текст : электронный. — URL: https://e.lanbook.com/book/209819

6.2. Дополнительная литература

1. Андреев, В. К. Математические модели механики сплошных сред : учебное пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — Текст : электронный . — URL: https://e.lanbook.com/book/212141
2. Гираев, М. А. Механика сплошных сред : учебное пособие / М. А. Гираев, К. М. Гираев. — Махачкала : ДГУ, 2019. — 89 с. — Текст : электронный . — URL: https://e.lanbook.com/book/158385
3. Климов, Д. М. Механика сплошной среды: вязкопластические течения : учебное пособие для вузов / Д. М. Климов, А. Г. Петров, Д. В. Георгиевский. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 394 с. — Текст : электронный. — URL: https://www.urait.ru/bcode/516332
4. Моисеева, Е. Ф. Механика сплошной среды : учебное пособие / Е. Ф. Моисеева. — Уфа : УГНТУ, 2018. — 63 с.— Текст : электронный. — URL: https://e.lanbook.com/book/166904
5. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред. Задачи с указаниями и ответами : учебное пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — Текст : электронный. — URL: https://e.lanbook.com/book/212573

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека http://elibrary.ru
3. Электронно-библиотечная система Лань https://e.lanbook.com
4. ООО «Электронное издательство Юрайт» https://urait.ru

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:
Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных
fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования
pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации
www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства
ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)
7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.