

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Проректор по учебной работе и  
довузовской подготовке**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Основы механики сплошных сред
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Современная механика и робототехника кафедра теоретической механики кафедра теоретической механики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: Ю.И. Ханукаев, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры теоретической механики 09.04.2020

## Аннотация

Курс подготовлен на кафедре теоретической механики и предназначен для студентов физических специальностей высших учебных заведений. Поскольку раздел "Основы механики сплошных сред" невозможно изложить без применения соответствующего математического аппарата, то он является одним из самых сложных разделов курса общей физики. Изложение материала построено с изложением математического аппарата. В конце студенты знакомятся с основными уравнениями гидродинамики, получающимися как обобщение частных случаев движения сплошных сред. Электронная версия пособия размещена на сайте кафедры общей физики МГУ.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- дать общее математико-феноменологическое представление (как всё устроено);
- дать представление о методах расчёта обтекания изделия как расчёт обтекания отдельных узлов изделия;
- дать понимание об особенностях обтекания изделий (отрыв, кавитация, формирование ударной волны, ионизация среды, нагревание обтекаемой поверхности) и необходимости учитывать физико-химические свойства среды при современных режимах обтекания изделий.

#### Задачи дисциплины

курс предполагает освоения студентам оснвных понятий и методов механики сплошных сред.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

терминологию и методы механики сплошных сред.

уметь:

использовать методы механики сплошных сред.

владеть:

знаниями теории механики сплошных сред.

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

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Понятие сплошной среды	6	6		6
2	Тензоры как объекты в трёхмерном пространстве	6	6		6
3	Векторные поля	6	6		6
4	Закон сохранения массы	6	6		6
5	Жидкости и газы в механике сплошной среды	6	6		6
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

###### 1. Понятие сплошной среды

Два подхода к описанию движения элементов среды. Скорость, ускорение. Криволинейная система координат. Контравариантные и ковариантные базисы. Сплаины.

###### 2. Тензоры как объекты в трёхмерном пространстве

Тензоры как объекты в трёхмерном пространстве. Симметричные и кососимметричные тензоры. Инварианты тензоров. Тензор кривизны. Контравариантное и ковариантное дифференцирование тензора. Теорема Риччи. Тензоры деформаций. Свойства. Физический смысл. Тензор скоростей деформаций.

###### 3. Векторные поля

Дивергенция скорости. Формула Гаусса-Остроградского. Теорема Коши-Гельмгольца. Вектор вихря. Вихревое и безвихревое движение. Циркуляция скорости. Формула Стокса.

###### 4. Закон сохранения массы

Дифференциальное уравнение неразрывности. Уравнение баланса количества движения. Тензор напряжений. Уравнение баланса кинетического момента.

## 5. Жидкости и газы в механике сплошной среды

Полная система уравнений. Граничные условия. Вязкие жидкости и газы. Уравнение Навье-Стокса. Полная система уравнений.

## 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, интерактивная доска).

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

### Основная литература

1. Теоретическая физика. Механика сплошных сред [Текст] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц - М. Гостехиздат, 1953
2. Механика сплошных сред в задачах [Текст] : в 2 т. Т. 1. Теория и задачи / под ред. М. Э. Эглит. — М. : Московский лицей, 1996. — 396 с.
3. Механика сплошных сред (введение к спецкурсу по биологической механике) [Текст] : лекции : учебное пособие по физике живых систем : М-во высш. и сред. спец. образов. РСФСР / А. Т. Онуфриев ; физико-технический ин-т. — Долгопрудный : МФТИ, 1974. — 127 с.

### Дополнительная литература

1. Численное моделирование в механике сплошных сред [Текст] / О. М. Белоцерковский, [монография], -М., Наука, 1984
2. Бескоординатное тензорное исчисление для механики сплошных сред [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов по направ. "Прикладная математика и физика" / Е. И. Рыжак ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — М. : МФТИ, 2011. — 170 с.

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтеха  
<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».  
<http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам Российской академии наук  
[https://mipt.ru/education/chair/theoretical\\_mechanics/](https://mipt.ru/education/chair/theoretical_mechanics/) - сайт кафедры теоретической механики МФТИ

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций, а также программные пакеты Wolfram Mathematica и Matlab.

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

Успешное освоение курса требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях,

– подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Современная механика и робототехника  
кафедра теоретической механики  
кафедра теоретической механики  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** Ю.И. Ханукаев, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы механики сплошных сред» обучающийся должен:

### знать:

терминологию и методы механики сплошных сред.

### уметь:

использовать методы механики сплошных сред.

### владеть:

знаниями теории механики сплошных сред.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Вязкие жидкости и газы. Модель линейно-вязкой жидкости.
2. Уравнение Навье-Стокса. Полная система уравнений для несжимаемой линейно-вязкой жидкости.
3. Уравнения плазмы.
4. Модель упругой среды. Закон Гука.
5. Линейная теория упругости при изотермических процессах.
6. Температурные напряжения и деформации.
7. Термодинамика сплошных сред.

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Циркуляция скорости. Формула Стокса.
2. Оператор набла, набла-агрегат. Уравнения электромагнитного поля.
3. Основные теоремы механики для сплошной среды.
4. Математическая модель среды.
5. Жидкости и газы в механике сплошных сред.
6. Полная система уравнений для несжимаемой идеальной жидкости.
7. Полная система уравнений для баротропных процессов в сжимаемых идеальных жидкостях и газах.

#### **Критерии оценивания**

Зачет выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, возможно, с недочетами и неточностями.

Незачет выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний (или их полное отсутствие), допускающему грубые ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеющему основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяющему полученные знания даже в стандартной ситуации.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Подготовка к зачету самостоятельная: перечислены задачи, решение которых каждый студент излагает полностью.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.