

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталья Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.03.2026 10:09:02
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ: «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

6b5279da4e034bff679172803da5b7b558fc69e2
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

Протокол от «17» марта 2026 г., №12

Зав. кафедрой  [Холина С.А.]

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Механика сплошных сред

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Профиль: Фундаментальная физика и нанотехнология

Москва

2026

Содержание

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	3
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	5
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	9

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы¹

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

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания²

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	решение задач, домашнее задание, реферат, практическая подготовка	Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания домашних

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

			современных информационных технологий. Владеть: методами компьютерного моделирования различных физических процессов; навыками работы с современной сложной физической аппаратурой.		х работ, шкала оценивания рефератов, шкала оценивания практических работ
--	--	--	---	--	--

Описание шкал оценивания

Шкала и критерии оценивания домашнего задания

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех домашних заданий	8-10
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех домашних заданий	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех домашних заданий	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех домашних 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 и критерии оценивания написания реферата

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий</i>	Студент показывает хорошее знание темы работы, а ответы не содержат негрубых ошибок, недостатков и недочётов	8-10
<i>Оптимальный</i>	Студент показывает понимание темы работы, а в ответах может быть до трёх негрубых ошибок, недостатков и недочётов	7-8
<i>Удовлетворительный</i>	Студент в целом показывает понимание темы работы,	5-6

	но в ответах имеется много ошибок, недостатков и недочётов	
<i>Низкий</i>	Студент в целом показывает незнание темы работы, однако высказывает отдельные правильные ответы или соображения	3-4
<i>Неудовлетворительный</i>	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 решения задач по каждой теме	2
низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / не отработан алгоритм решения задач по каждой теме	0

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

Текущий контроль

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

Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на пороговом уровне

Перечень примерных задач для 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:

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

(V) (S)

где V – объём некоторой замкнутой области, S – её поверхность, n – вектор внешней нормали.

Указание: считать теорему Гаусса выполненной для векторов A_k :

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

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

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

5. Доказать следующие равенства:

- 1) $\text{rot grad } \varphi = 0$;
- 2) $\text{div rot } \vec{A} = 0$.

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

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень тем рефератов по дисциплине

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.

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.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на пороговом уровне

Перечень заданий для решения задач по дисциплине

1. Найти характерное время выравнивания концентрации соли 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 $\vec{\omega} = \text{rot } \vec{v} = 2\vec{R}$.

4. Скорость стационарного течения в некоторой области имеет вид $\mathbf{v} = \mathbf{a} \cdot \exp(-\mathbf{b} \cdot \mathbf{r})$, где $\mathbf{a}$ и $\mathbf{b}$ – постоянные векторы. Найти завихрённость $\boldsymbol{\Omega}$ 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 $987 \text{ мПа} \cdot \text{с}$. Определить объёмный расход течения масла и избыточное давление масла в длинной трубке.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень заданий для решения задач по дисциплине

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 $\varphi = r^2(\mathbf{a} \cdot \mathbf{r})$, где $\mathbf{a}$ – постоянный вектор, $r = |\mathbf{r}|$. Найти скорость $\mathbf{v}$ 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.

Владеть: методами компьютерного моделирования различных физических процессов; навыками работы с современной сложной физической аппаратурой.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень заданий для практической подготовки

1. Исследовать основные свойства скалярных и векторных полей. Основные гипотезы. Понятия и основные свойства скалярных, векторных и тензорных полей. Симметричные и анти-симметричные тензорные поля. Символ Леви – Чивита. Элементы векторного анализа.
2. Исследовать этапы определения тензора деформации и тензора скоростей деформации. Смещения точек малой частицы сплошной среды. Сдвиги, повороты, удлинения. Тензор деформации и тензор скоростей деформации.
3. Описать этапы определения скорости в переменных Эйлера и Лагранжа. 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.
4. Провести анализ этапов решения уравнения неразрывности в переменных Эйлера. 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.
5. Изобразить распределение сил в сплошной среде. Распределение сил в сплошной среде. Массовые и поверхностные силы. Тензор напряжений. Идеальная жидкость.
6. Провести анализ этапов решения уравнения движения идеальной жидкости. Симметричность тензора напряжений, баротропные процессы, граничные условия, уравнения Ламба – Громеки и Гельмгольца.
7. Оценить целесообразность применения интеграла Бернулли для реальной системы. Интеграл Бернулли вдоль линии тока. Потенциальное течение. Интегралы Бернулли – Эйлера и Лагранжа – Коши. Теоремы Томсона и Гельмгольца.
8. Исследовать этапы решения уравнения адиабатичности движения среды, скорость звука и критическая скорость течения. Сопло Лаваля
9. Построить функции тока для заданного поля. Плоские потенциальные течения несжимаемой жидкости. Функция тока. Комплексный потенциал. Комплексная скорость. Соотношения Коши – Римана. Уравнения плоскопараллельных движений.

10. Оценить целесообразность применения метода конформных отображения для построения плоских течений. Плоские потенциальные течения: точечный источник (сток), точечный вихрь, вихреисточник, диполь, квадруполь.
11. Исследовать этапы решения уравнения изменения импульса для сплошной среды, используя знания о предмете аэродинамики, формулы Чаплыгина – Блязиуса, теорема Жуковского о подъёмной силе, парадокс Даламбера, тензор потока импульса.
12. Провести анализ этапов решения уравнения движения вязкой изотропной жидкости, используя знания: вязкая изотропная жидкость, тензор вязких напряжений, коэффициенты вязкости, уравнение Навье – Стокса для несжимаемой вязкой жидкости.
13. Исследовать этапы решения уравнения изменения энергии для сплошной несжимаемой среды, используя знания: вектор плотности потока энергии, положительность коэффициентов вязкости.
14. Провести анализ этапов решения задачи Римана для волн в идеальной жидкости, используя знания: опрокидывание волнового фронта, уравнение Бюргерса для волн в вязкой жидкости, ударные волны.
15. Исследовать этапы решения задачи Стокса. Числа подобия. Критерии подобия. Задача Стокса. Ламинарное и турбулентное течения»

Промежуточная аттестация

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

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.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1

Перечень вопросов 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.

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

Требования к экзамену

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.

Критерии оценивания	Баллы
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
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
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
Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.	0-7

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Оценка по 5-балльной системе	Оценка по 100-балльной системе
отлично	81 – 100
хорошо	61 - 80
удовлетворительно	41 - 60
неудовлетворительно	0 - 40