

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталья Александровна

Должность: Ректор

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

Уникальный программный ключ: «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

6b5279da4e034bffa79172803da5b7b558fc69e2  
(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)

Теоретическая механика

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 программы<sup>1</sup>

| 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<br>2.Самостоятельная работа |

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания<sup>2</sup>

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этапы формирования                                       | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                | Критерии оценивания                                              | Шкала оценивания                                                                                                          |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1                   | Пороговый                | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.<br>Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы. | решение задач, домашнее задание, реферат, конспект               | Шкала оценивания решения задач<br>Шкала оценивания домашних работ, шкала оценивания рефератов, шкала оценивания конспекта |
|                         | Продвинутый              | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.<br>Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной                          | решение задач, домашнее задание, реферат, конспект, практическая | Шкала оценивания решения задач<br>Шкала оценивания                                                                        |

<sup>1</sup> Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

<sup>2</sup> Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                                                                                                                                                                 |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | квалификационной работы.<br>Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по фундаментальным разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых физических дисциплин; навыками решения базовых физических задач. | подготовк<br>а | домашни<br>х работ,<br>шкала<br>оцениван<br>ия<br>реферато<br>в, шкала<br>оцениван<br>ия<br>конспект<br>а, шкала<br>оцениван<br>ия<br>практиче<br>ских<br>работ |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Описание шкал оценивания

### Шкала оценивания домашнего задания

| Критерии оценивания                     | Баллы |
|-----------------------------------------|-------|
| Если студент решил 71-90% от всех задач | 8-10  |
| Если студент решил 51-70% от всех задач | 5-7   |
| Если студент решил 31-50% от всех задач | 2-4   |
| Если студент решил 0-30% от всех задач  | 0-1   |

### Шкала оценивания практических работ

| Критерии оценивания                                                                                | Баллы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Студент решил задачу и показал полное и уверенное знание темы задания                              | 5     |
| Студент решил задачу, однако в решении имеются несущественные ошибки, недостатки и недочёты        | 4     |
| Студент в целом решил задачу, но в решении имеются заметные и грубые ошибки, недостатки и недочёты | 3     |
| Студент не решил задачу, но имеются более двух правильных идей или подходов к решению задачи       | 2     |
| Студент не решил задачу, но имеются только одна – две идеи или подходы к решению задачи            | 1     |
| Студент не решил задачу и показал полное незнание темы задания                                     | 0     |

### Шкала оценивания 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                                                        | 7-8   |

|                             |                                                                                                                 |     |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                             | может быть до трёх негрубых ошибок, недостатков и недочётов                                                     |     |
| <i>Удовлетворительный</i>   | Студент в целом показывает понимание темы работы, но в ответах имеется много ошибок, недостатков и недочётов    | 5-6 |
| <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 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя;<br>2. показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме,<br>3. умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы;<br>4. работа выполнена без ошибок и недочетов или допущено не более одного недочета. | 8-10  |
| 1. практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя;<br>2. показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме,<br>3. работа выполнена полностью, но допущено в ней:<br>а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета<br>б) или не более двух недочетов.                                      | 5-7   |
| 1. практическое задание выполнено в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя;<br>2. продемонстрированы минимальные знания по основным темам изученного материала.                                                                                                                                                                     | 2-4   |
| 1. число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «удовлетворительно» или если правильно выполнено менее половины задания;<br>2. если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.                                                                                  | 0-1   |

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 тем конспектов по дисциплине

1. Предмет и основные понятия механики
2. Кинематика точки
3. Кинематика связанной системы
4. Кинематика твёрдого тела
5. Кинематика сложного движения точки
6. Законы Ньютона
7. Интегралы уравнения движения точки
8. Основные теоремы динамики
9. Центральное-симметричное поле
10. Вариационные принципы в механике
11. Уравнение Лагранжа I-го рода
12. Уравнение Лагранжа II-го рода
13. Уравнения Гамильтона
14. Линейные колебания
15. Динамика твёрдого тела
16. Динамика в неинерциальных координатах
17. Движение точки переменной массы
18. Метод Гамильтона – Якоби

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

Перечень тем рефератов по дисциплине

1. Элементы аналитической статики.
2. Сложное движение твёрдого тела.
3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.
4. Уравнение движения негалономных систем.
5. Законы сохранения в механике как первые интегралы движения.
6. Пара сил и её свойства.
7. Принцип расчёта ферм в механике.
8. Малые колебания систем с двумя степенями свободы.
9. Кинематические уравнения движения точки в криволинейных координатах.
10. Условия равновесия твёрдого тела в плоском движении.
11. Первые интегралы уравнения Эйлера вращения тела вокруг точки.
12. Задача двух тел и её применение в астрономии.

13. Регулярная прецессия и элементарная теория гироскопа.
14. Теория удара.

Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

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

Перечень заданий для домашних заданий по дисциплине

1. Частица движется в плоскости  $(x, y)$  из точки с координатами  $x = y = 0$  со скоростью  $\vec{V} = a\vec{i} + bx\vec{j}$ , где  $a$  и  $b$  – некоторые постоянные,  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты осей  $x$  и  $y$ . Найти уравнение её траектории  $y(x)$ .

2. Точка движется замедленно по окружности радиуса  $r$  так, что её тангенциальное и нормальное ускорения в каждый момент равны друг другу по модулю. В начальный момент точке была сообщена скорость  $V_0$ . Найти скорость  $V$  и модуль полного ускорения  $a$  точки в зависимости от пройденного пути  $S$ .

3. Частица движется равномерно со скоростью  $V$  по параболической траектории.  $y = kx^2$ , где  $k$  – положительная постоянная. Найти ускорение  $a$  в точке  $x = 0$ .

4. Колесо катится равномерно с постоянной скоростью без скольжения по плоскости. Как, чисто геометрическим построением, правильно указать направление мгновенной скорости выбранной точки колеса в некоторый момент времени  $t$ .

5. Круглый конус с радиусом основания  $r$  и высотой  $h$  катится без скольжения по поверхности стола. Вершина конуса закреплена шарнирно на уровне точки  $C$  – центра основания конуса. Точка  $C$  движется с постоянной скоростью  $V$ . Найти относительно стола:

- 1) Угловую скорость  $\vec{\omega}$  конуса;
- 2) Его угловое ускорение  $\vec{\beta}$ .

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

Перечень вариантов заданий для решения задач по дисциплине

Вариант 1

1. Уравнения движения точки имеют вид  $x = 7\cos(\pi t/4)$ ,  $y = 7\sin(\pi t/4)$  в единицах СИ. Написать уравнение траектории точки, а также найти зависимость от времени скорости и ускорения точки.

2. Угол  $\varphi$  поворота тела вокруг оси изменяется по закону  $\varphi = -3t^2 + 7t + \pi$  в единицах СИ. Чему равны угловая скорость и угловое ускорение тела в момент  $t_1 = 4$  с?

3. Чему равно число степеней свободы механической системы, состоящей из трёх точек, жёстко связанных между собой?

4. Материальная точка движется по окружности радиуса  $R = 20$  см со скоростью  $v = 5t$  в единицах СИ. Чему равно полное ускорение точки в момент  $t_1 = 2$  с?

5. Материальная точка движется по оси  $O_x$  по закону  $x = t^3 - 12t + 5$  в единицах СИ. Найти ускорение точки в произвольный момент времени. Какой путь прошла точка от момента  $t_1 = 0$  до момента  $t_2 = 4$  с?

6. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону  $\varphi = 4(1 + e^{-4t})$  в единицах СИ. Определить угловую скорость и угловое ускорение тела в момент  $t = 2$  с, а также для этого момента скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 20 см от оси.

7. Точка движется по окружности. Зависимость её угла поворота от времени имеет вид  $\varphi = ct^{5/2}$ , где  $c$  – положительная постоянная. Найти угол между векторами скорости и полного ускорения точки в зависимости от угла поворота.

8. Вал вращается с угловой скоростью 5 рад/с вокруг своей оси, расположенной горизонтально. Эту ось стали поворачивать вокруг другой вертикальной оси с угловой скоростью 4 рад/с. Найти угловое ускорение результирующего вращения вала.

## Вариант 2

1. По железнодорожному пути, проложенному вдоль меридиана, движется электровоз массой 130 т со скоростью 20 м/с с юга на север на широте  $30^\circ$  с. ш. Найти силу Кориолиса, действующую на электровоз.

2. На гладкой горизонтальной плоскости лежит однородный диск радиуса  $r_0$ . На него осторожно опустим другой такой же диск, предварительно сообщив ему угловую скорость  $\omega_0$ . Через какое время оба диска будут вращаться с одной и той же скоростью, если коэффициент трения между ними равен  $k$ ?

3. На полу лежит однородный цилиндр. Пол стали двигать перпендикулярно оси цилиндра с ускорением  $6 \text{ см/с}^2$  относительно земли, и цилиндр покатился без скольжения. Найти ускорение оси цилиндра относительно земли.

4. Однородная труба, катящаяся без скольжения по горизонтальной плоскости, останавливается под действием горизонтальной силы сопротивления 2 Н, приложенной к центру трубы. Найти силу трения покоя, действующую на трубу.

5. На гвозде висит однородный обруч диаметром 80 см. Его отклонили на угол  $90^\circ$  и отпустили. Найти угловую скорость обруча в момент прохождения им положения равновесия. Ускорение свободного падения равно  $9.81 \text{ м/с}^2$ .

6. Однородный шар радиуса  $r$  начинает скатываться без скольжения с вершины сферы радиуса  $R$ . Найти угловую скорость  $\omega$  шара после отрыва от сферы.

7. Стержень массой 1.4 кг подвешен за один конец на горизонтальную ось, и может свободно вращаться вокруг этой оси. В другой, нижний конец стержня попадает шарик массой 200 г, летящий со скоростью 5 м/с перпендикулярно оси и стержню, и прилипает к стержню. Найти скорость шарика сразу после прилипания.

8. На одной горизонтальной оси подвешены шарик массой 50 г на нити длиной

32 см и однородный стержень длиной 40 см. Стержень подвешен за один конец и может свободно вращаться вокруг оси подвеса. Шарик отклонили в сторону и отпустили. Найти массу стержня, если в результате упругого удара о стержень шарик остановился.

Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по фундаментальным разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых физических дисциплин; навыками решения базовых физических задач.

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

Перечень заданий для практической подготовки

1. Исследовать этапы решения уравнения движения, траектория, скорость, ускорение точки. Определить годографы скорости и ускорения точки.
2. Провести анализ этапов определения возможных значений скорости, возможные ускорения, перемещения точке системы – возможные, действительные, виртуальные и математические условия, связанной системы. Рассчитать число степеней свободы, обобщённые координаты, обобщённые скорости связанной системы.
3. Исследовать кинематику твёрдого тела. Изобразить математически кинематику простейших движений тела.
4. Исследовать кинематику сложного движения тела. Провести анализ этапов вывода теоремы сложения скоростей, теорему сложения ускорений.
5. Исследовать границы применимости законов Ньютона. Законы Ньютона и принцип относительности Галилея.
6. Провести анализ этапов определения интеграла уравнения движения точки. Определить частные случаи интегрирования уравнения движения точки.
7. Исследовать методы решения задач по законам Кеплера. Основные теоремы динамики, законов сохранения и изменения импульса, моменты импульса и энергии, законы Кеплера. Расчет задача двух тел.
8. Проанализировать методы использования вариационных принципов в механике.
9. Исследовать этапы решения уравнения Лагранжа I-го рода – уравнения с множителями Лагранжа.
10. Провести анализ этапов вывода уравнения Лагранжа II-го рода: для общего случая сил и при наличии сил потенциального поля и сил сопротивления. Определить кинетическую энергию системы как функция обобщённых координат, обобщённых скоростей и времени
11. Провести анализ этапов решения уравнения Гамильтона – канонические уравнения.
12. Исследовать линейные колебания в механике, собственные колебания под дей-

ствием потенциальных, гироскопических и диссипативных сил, вынужденные колебания, резонанс.

13. Исследовать динамику твердого тела. Провести анализ этапов вывода уравнение движения тела с одной закрепленной точкой, динамическое уравнение Эйлера.
14. Оценить этапы вывода динамического уравнения движения в неинерциальных координатах.
15. Исследовать динамику точки переменной массы. Провести анализ этапов вывода уравнения Мещерского.

### 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: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по фундаментальным разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых физических дисциплин; навыками решения базовых физических задач.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1

Перечень вопросов для экзамена

1. Уравнения движения точки в векторной, координатной и естественной форме. Понятие траектории. Уравнение траектории.
2. Скорость и ускорение материальной точки при каждом способе задания уравнений движения.
3. Сложное движение точки. Определение абсолютного, относительного и переносного движений и соответствующих кинематических характеристик.
4. Теорема сложения скоростей в классической механике. Теорема сложения ускорений. Ускорение Кориолиса.
5. Геометрическое и кинематическое определения абсолютно твёрдого тела. Число степеней свободы. Кинематика поступательного движения твёрдого тела.
6. Кинематика вращательного движения твёрдого тела вокруг оси, число степеней свободы, формула Эйлера.
7. Обобщённые координаты, обобщённые скорости, число степеней свободы связанной системы. Леммы об обобщённых координатах.
8. Законы сохранения в механике как первые интегралы уравнений движения.
9. Движение точки в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.

10. Момент импульса твёрдого тела. Тензор инерции и его свойства.
11. Динамические уравнения Эйлера движения твёрдого тела с закреплённой точкой и их особенности.
12. Постановка задачи о движении связанной механической системы. Постулат идеальности связей, его роль в механике связанных систем. Уравнения Лагранжа I-го рода.
13. Уравнения Лагранжа II-го рода. Уравнения Лагранжа II-го рода для сил потенциального поля. Функция Лагранжа.
14. Уравнения Лагранжа II-го рода при наличии сил сопротивления. Функция рассеяния.
15. Изохронная вариация координат и её свойства. Принцип Гамильтона – Остроградского.
16. Канонические уравнения – уравнения Гамильтона. Функция Гамильтона.
17. Первые интегралы канонических уравнений. Скобки Пуассона.
18. Уравнение Гамильтона – Якоби. Адиабатические инварианты.

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

#### Требования к экзамену

Основными формами текущего контроля являются: практические работы, домашнее задание, реферат, решение задач, практическая подготовка

Общее количество баллов по дисциплине - 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое можно набрать в течение семестра по текущему контролю – 70 баллов.

Максимальная сумма баллов, которые обучающийся может набрать при сдаче экзамена, составляет 30 баллов.

Формой промежуточной аттестации является экзамен, который проходит в форме устного опроса по билетам. Вопросы охватывают все содержание программы учебной дисциплины. Экзамен состоит из двух или трех вопросов.

#### 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                                                                                                                         | 14-20 |

| Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Баллы |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.                                                                                                                                                                                                                                               |       |
| 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. | 8-13  |
| 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              | Не удовлетворительно         |