

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 12 от 09.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Механика

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
09.03.02 - Информационные системы и технологии

---

Направленность образовательной программы  
Информационные технологии в системах космической связи

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2022 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.07.01 Механика относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять естественнаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Знать основы высшей математики, общей физики, теории вероятности и технологий программирования ОПК-1.2: Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3: Иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики. Базовый математический аппарат содержание общей физики, связанные физикой и информатикой  ОПК-1.2: Уметь выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и физики; понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных прикладных задач  ОПК-1.3: Владеть навыками решения практических задач по физике, базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, связанными с физикой, прикладной математикой и информатикой	Аудиторная контрольная работа Коллоквиум	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>26</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Вводный курс	6	2	2	4	2
Тема 2. Кинематика материальной точки	12	4	6	10	2
Тема 3. Динамика материальной точки	16	4	8	12	4
Тема 4. Движение при наличии трения	14	4	6	10	4
Тема 5. Упругие деформации	8	2	4	6	2
Тема 6. Законы сохранения	20	4	12	16	4
Тема 7. Неинерциальные системы отсчета	12	4	4	8	4
Тема 8. Основы специальной теории относительности	8	4	2	6	2
Тема 9. Механика жидкостей и газов	10	4	4	8	2
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	144	32	48	82	26

**Содержание разделов и тем дисциплины**

## Содержание разделов

1. Вводный курс. Предмет и методы физического исследования. Модель. Физические величины и их измерение. Системы единиц. Пространство и время, их основные свойства. Системы отсчета.
2. Кинематика материальной точки. Координатный и векторный способы описания кинематики материальной точки. Естественный способ описания движения. Угловые характеристики движения: угловая скорость, угловое ускорение как векторы. Описание движения материальной точки в полярных координатах.
3. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Сила. Измерение сил. Инертная масса. Измерение массы. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Фундаментальные взаимодействия. Электромагнитное и гравитационное взаимодействия.
4. Движение при наличии трения. Сухое и вязкое трение. Явления застоя и заноса. Движение при наличии сил вязкого трения.
5. Законы сохранения. Импульс. Закон изменения и сохранения импульса материальной точки. Закон изменения и сохранения импульса системы материальных точек. Центр масс. Теорема движения центра масс. Движение тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского. Момент силы и момент импульса относительно неподвижной точки. Уравнение моментов. Уравнение моментов системы материальных точек. Момент силы и момент импульса относительно неподвижной оси. Уравнение моментов для вращательного движения относительно неподвижной оси. Законы Кеплера. Теорема площадей. Работа. Энергия. Работа сил тяготения и упругих сил. Потенциальные поля. Потенциальная энергия. Связь между силой и потенциальной энергией. Кинетическая энергия. Законы сохранения и изменения механической энергии частицы. Полная механическая энергия системы материальных точек. Законы изменения и сохранения полной механической энергии материальной точки. Принцип относительности Галилея и законы сохранения. Уравнение моментов относительно движущегося начала. Соударения. Абсолютно неупругий удар двух частиц. Абсолютно упругий удар двух частиц.
6. Неинерциальные системы отсчета. Неинерциальные системы отсчета. Преобразования скоростей и ускорений. Силы инерции. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Влияние движения Земли на движение тел в земной системе отсчета.
7. Элементы специальной теории относительности. Постулаты теории относительности. Экспериментальные доказательства постоянства скорости света. Преобразования Лоренца. Релятивистские формулы преобразования скоростей. Относительность одновременности. Сокращение длины. Замедление времени. Пространственно-временной интервал. Релятивистское уравнение движения. Релятивистские импульс и масса. Связь массы покоя и энергии. Связь релятивистского импульса и энергии. Фотон как частица с нулевой массой покоя.

## 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

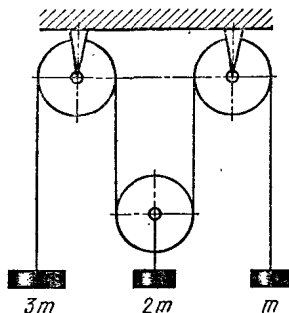
Механика, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3880>.

## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Система состоит из одного неподвижного и одного подвижного блока и трех грузов, масса которых показана на рисунке. Найдите ускорение всех грузов. Блоки и нити идеальные.



2. По наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  соскальзывает брусок массы  $m_1$ , на котором находится второй брусок массы  $m_2$ . Коэффициент трения нижнего бруска о плоскость  $\mu_1$ , коэффициент трения между брусками  $\mu_2$ , причем  $\mu_1 > \mu_2$ . Определить ускорения брусков.

3. Стальной шарик массой  $m$  бросают в глицерин с начальной скоростью  $V_0$ , направленной вертикально вниз. Найдите зависимость скорости шарика от времени и пройденного шариком пути от времени. Плотность глицерина и его вязкость считать известными.

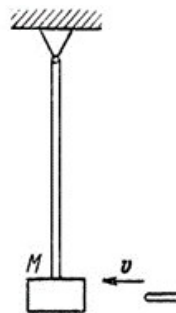
4. Восковой шар массой  $M$  лежит на подставке с отверстием. Снизу через отверстие в шар попадает вертикально летящая пуля массой  $m$  и пробивает его насквозь. При этом шар поднимается на высоту  $h$ . На какую высоту поднимется пуля над подставкой, если ее скорость перед ударом была равна  $U$ .

5. Три одинаковые лодки массой  $M$  идут друг за другом с одинаковой скоростью  $V$ . Из средней лодки одновременно в переднюю и заднюю бросают со скоростью  $u$  относительно лодки мячи массой  $m$ . Определите скорости лодок после переброски грузов.

6. Снаряд, вылетевший из орудия под некоторым углом к горизонту, в верхней точке траектории разбивается на два одинаковых осколка. Первый возвращается в точку выстрела. Где упадет второй осколок? Упадут ли они одновременно на землю? Сопротивление воздуха не учитывать.

7. Какую работу нужно совершить, чтобы втащить (волоком) тело массой  $m$  на горку с длиной основания  $L$  и высотой  $H$ , если коэффициент трения между телом и поверхностью горки равен  $k$ ? Угол наклона поверхности горки к горизонту может изменяться, но его знак остается постоянным.

8. Баллистический маятник – это маятник, употребляющийся для определения скорости снаряда. Принцип его действия заключается в том, что снаряд, скорость которого следует



измерить, ударяется в тело маятника (см. рис.), после чего маятник отклоняется на угол  $\alpha$ . Известно, что снаряд после удара застревает в маятнике. Вычислить скорость  $v$  снаряда до удара. Масса маятника  $M$ , масса снаряда  $m$ ; маятник можно рассматривать как математический длины  $l$ .

9. Цепочка массы  $m$  и длины  $l$  лежит на гладкой горизонтальной поверхности. Край цепочки расположен у границы между гладкой поверхностью и шероховатой поверхностью, коэффициент трения о которую изменяется по закону:  $k=\gamma x$ . Какую работу нужно совершить, чтобы, действуя горизонтальной силой на край цепочки, медленно перетащить цепочку полностью на шероховатую поверхность?

10. На противоположных концах покоящейся на поверхности озера лодки стоят два человека одинаковой массы  $m$  и перебрасываются мячом массой  $m_0$ . Длина лодки равна  $L$ . Масса лодки  $M$ . Скорость мяча относительно воды равна  $U$ . Найти перемещение лодки и мяча относительно воды после каждого перелета мяча вдоль лодки.

11. Небольшой брусок массой  $m$  лежит у основания наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом. К телу прикладывают постоянную силу  $F$ , направленную вдоль плоскости. Найти работу силы трения за все время движения бруска, если коэффициент трения зависит от пройденного пути  $k=\gamma s$ , где  $\gamma$  – постоянная.

12. К невесомой нерастяжимой нити длины  $L$ , которая может вращаться вокруг точки  $O$ , прикреплен пробирка массой  $M$ , закрытая пробкой массой  $m$ . В пробирке находится капля эфира. При нагревании пробирки под давлением паров эфира пробка вылетает. С какой скоростью должна вылететь пробка, чтобы пробирка сделала полный оборот вокруг точки  $O$ ? Считать, что за время выстрела пробирка не успевает сдвинуться с места. С какой скоростью должна вылететь пробка, если пробирку подвесить на жестком невесомом стержне той же длины?

13. Начальная скорость частицы  $\mathbf{v}_1 = 1\mathbf{e}_x + 3\mathbf{e}_y + 5\mathbf{e}_z$  (м/с), конечная -  $\mathbf{v}_2 = 2\mathbf{e}_x + 4\mathbf{e}_y + 6\mathbf{e}_z$  (м/с). Найти приращение скорости  $\Delta\mathbf{V}$ , модуль приращения скорости  $|\Delta\mathbf{V}|$  и приращение модуля скорости  $\Delta V$ .

14. Зависимость вектора скорости частицы от времени. Определить: а) зависимость радиуса-вектора частицы от времени; в) модуля скорости частицы  $v$  в зависимости от времени; г) зависимость вектора ускорения от времени; д) модуля ускорения в зависимости от времени; е) зависимость от времени проекций векторов скорости, радиуса-вектора и вектора ускорения  $v_x(t)$ ,  $v_y(t)$ ,  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_n(t)$ ,  $a_\tau(t)$ .

15. На гладкой горизонтальной поверхности находится доска массой  $M$ , на которой лежит брусок массой  $m$ . Коэффициент трения бруска о поверхность доски равен  $k$ . К доске приложена горизонтальная сила  $F$ , зависящая от времени по закону  $F = At$ , где  $A$  — некоторая постоянная.

Определите: 1) момент времени  $t_0$ , когда доска начнет выскальзывать из-под бруска; 2) ускорения бруска и доски в процессе движения.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. /Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами./Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
не зачтено	При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.

**5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

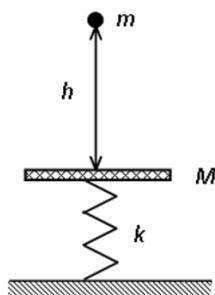
1. Координатный способ описания движения материальной точки.
2. Векторный способ описания движения материальной точки.
3. Естественный способ описания движения материальной точки.
4. Угловые характеристики движения: угловая скорость, угловое ускорение. Связь линейных и угловых характеристик движения материальной точки по окружности.
5. Прямая и обратная задачи кинематики.
6. Законы Ньютона. Инерциальная система отсчета.
7. Прямая и обратная задачи динамики.
8. Фундаментальные взаимодействия. Гравитационное взаимодействие.
9. Сухое трение, его виды.
10. Сила упругости. Деформация стержня. Диаграмма напряжений.

11. Вязкое трение. Движение тел при наличии вязкого трения. Установившаяся скорость
12. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
13. Импульс материальной точки. Закон изменения и сохранения импульса материальной точки.
14. Движение тела с переменной массой. Уравнения Мещерского и Циолковского.
15. Центр масс системы материальных точек. Ц-система (система центра масс). Движение центра масс системы материальных точек.
16. Работа силы. Кинетическая энергия. Теорема Кёнига.
17. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия в однородном поле тяжести, деформированной пружины, гравитационного притяжения двух материальных точек.
18. Законы сохранения и изменения полной механической энергии материальной точки.
19. Абсолютно упругий и неупругий центральный удар. Задача двух тел. Приведенная масса.
21. Финитное и инфинитное движение материальной точки.
22. Поле центральных сил. Связь силы и потенциальной энергии.

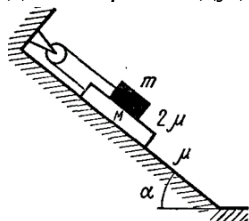
#### Задачи

1. Частица движется так, что ее ускорение зависит от времени следующим образом:  $a = \alpha \mathbf{i} + \beta t \mathbf{j}$ . В момент времени  $t = 0$  частица находилась в начале координат в состоянии покоя. Запишите зависимость от времени: радиус-вектора частицы, скорости, модулей скорости и ускорения, тангенциального и нормального ускорения. Зависимость вектора скорости частицы от времени. Определить: а) зависимость радиуса-вектора частицы от времени; в) модуля скорости частицы  $v$  в зависимости от времени; г) зависимость вектора ускорения от времени; д) модуля ускорения в зависимости от времени; е) зависимость от времени проекций векторов скорости, радиуса-вектора и вектора ускорения  $v_x(t)$ ,  $v_y(t)$ ,  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_n(t)$ ,  $a_\tau(t)$ .
2. Материальная точка движется по окружности вокруг оси  $z$ . Зависимость угла ее поворота от времени описывается законом:  $\varphi = 2\pi(at - bt^2)$ ,  $a$  и  $b$  – положительные константы. Определите зависимости от времени  $\omega_z$ ,  $\varepsilon_z$  – проекций угловой скорости и углового ускорения на ось  $z$ . Постройте графики зависимостей. Найдите момент времени  $t$ , когда точка остановится. Сколько оборотов сделает до остановки? Определите среднюю угловую скорость до момента остановки.
3. Плита массой  $m$  расположена горизонтально и опирается на пружину с жесткостью  $k$ . На плиту свободно падает груз массой  $m$  (см. рис. 1). Начальная скорость груза равна нулю. Длина недеформированной пружины  $L_0$ , масса пружины пренебрежимо мала по сравнению с величинами  $m$  и  $m$ . Столкновение груза с плитой является абсолютно неупругим. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. С какой высоты  $h$  падал груз, если максимальное сжатие пружины равно  $b$ .





4. Доска массой  $M$  находится на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту  $\alpha$ . На доске находится брусок массой  $m$ , связанный с доской нитью, перекинутой через неподвижный блок (рис.). Коэффициент трения между наклонной плоскостью и доской  $\mu$ , между доской и бруском  $2\mu$ . Найдите ускорения доски и бруска.



5. Стальному шарикку массой  $m$ , погруженному в глицерин, сообщают начальную скорость  $V_0$ , направленную вертикально вверх. Сколько времени он будет двигаться до точки максимального подъема? Плотность стали, глицерина и его вязкость считать известными.
6. Лодка под парусом на озере развила скорость  $V_0$ . Как будет зависеть от времени скорость лодки после спуска паруса, если силу сопротивления воды движению лодки можно считать пропорциональной квадрату скорости? Как долго будет двигаться лодка?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые

Оценка	Критерии оценивания
	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несуществе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	ответа			ошибок	нных ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

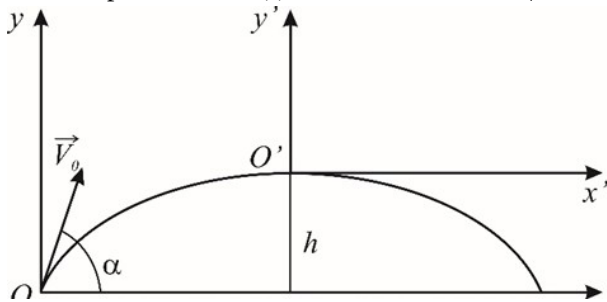
### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Небольшое тело (материальная точка) брошено из точки  $O$  под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $V_0$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти:

- а) время полета  $\tau$ ,
- б) дальность полета  $l$ ,
- в) наибольшую высоту подъема  $h$ ,
- г) уравнение траектории в координатах  $x', y'$ ,
- е) радиус кривизны  $R$  траектории в точках  $O$  и  $O'$ .

Точки бросания и падения считать лежащими на одном уровне.

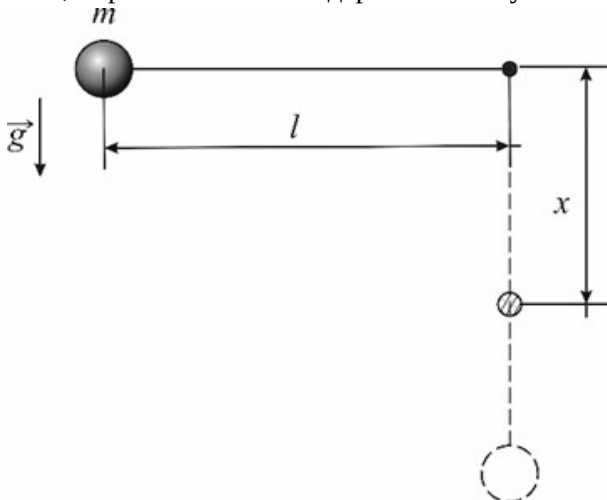


2. Диск радиусом  $R = 10$  см вращается так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением  $\varphi = A + Bt^3$ ,  $A = 2$  рад/с,

$B = 4$  рад/с<sup>3</sup>. Определите для точек на ободе колеса:

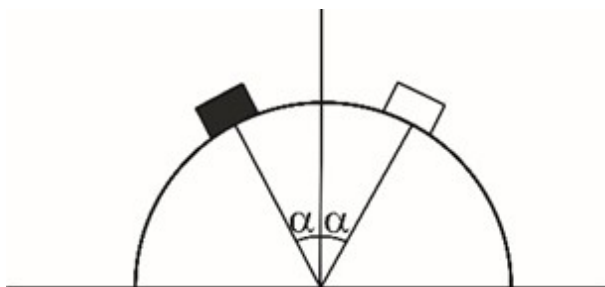
- 1) нормальное ускорение в момент времени  $t = 2$ с;
- 2) тангенциальное ускорение для этого же момента времени;
- 3) угол поворота, при котором полное ускорение составляет с радиусом колеса угол  $\alpha = 45^\circ$ .

3. Нить длины  $l$  с привязанным к ней шариком массы  $m$  отклонили на  $90^\circ$  от вертикали и отпустили. На каком наименьшем расстоянии под точкой подвеса нужно поставить гвоздь, чтобы нить, налетев на него, порвалась? Нить выдерживает силу натяжения  $T$ .



4. Небольшой шарик массой  $m$ , подвешенный на нити, отвели в сторону так, что нить образовала прямой угол с вертикалью, и затем отпустили. Найдите модуль полного ускорения шарика и силу натяжения нити в зависимости от угла  $\beta$  отклонения нити от вертикали.

5. На горизонтальной поверхности лежит полусфера массы  $M$ . С ее верхней точки в противоположных направлениях без трения с начальными нулевыми скоростями скользят два тела массы  $m_1$  и  $m_2$ . Из-за трения между полусферой и поверхностью движения полусферы начинается только при  $\alpha = 10^\circ$ . Найти коэффициент трения.



6. С палубы яхты, бороздящей океан со скоростью  $v_0$ , принцесса роняет в воду жемчужину массы  $m$ . Как далеко от места падения в воду может оказаться жемчужина на дне океана, если при ее движении в воде сила сопротивления пропорциональна скорости (коэффициентом пропорциональности  $b$ )?

7. Из ружья произведен выстрел строго вверх (т.е. параллельно линии отвеса). Начальная скорость пули  $v_0 = 100$  м/с, географическая широта места  $j = 60^\circ$ . Учитывая осевое вращение Земли, определить приблизительно, насколько восточнее или западнее от места выстрела упадет пуля. Сопротивление воздуха не учитывать/

8. Небольшая, залитая льдом площадка расположена в центре карусели, вращающейся с небольшой угловой скоростью  $\omega$ . Площадка имеет форму квадрата со стороной  $l$ . Лежащей у борта площадки шайбе сообщают перпендикулярную борту скорость  $v$ . Упруго отразившись от противоположного борта, шайба вновь возвращается к борту, у которого она сначала находилась. Определить, насколько сместилась шайба относительно места, откуда она начала движение.

9. Из орудия, установленного в точке земной поверхности с географической широтой  $j = 30^\circ$ , производится выстрел в направлении на восток. Начальная скорость снаряда  $v_0 = 500$  м/с, угол вылета снаряда (т.е. угол наклона касательной в начальной точке траектории к плоскости горизонта)  $\alpha = 60^\circ$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха и учитывая вращение Земли, определить приближенное отклонение у точки падения снаряда от плоскости стрельбы. Какое это будет отклонение – к югу или северу (Плоскостью стрельбы называется плоскость, проходящая через направление касательной в начальной точке траектории и направление отвеса в той же точке)?

10. Длинная штанга круглого сечения вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью  $\omega$ . На штанге на расстоянии  $r_0$  от оси вращения закреплена небольшая муфта. Коэффициент трения муфты о штангу равен  $k$ . В некоторый момент муфту освобождают и сообщают ей скорость относительно

штанги, равную  $v_0$  и направленную от оси вращения. После этого муфта начинает двигаться замедленно; на расстоянии  $r_1$  от оси ее скорость достигает минимума, а затем начинает увеличиваться. При каких значениях  $k$  возможно такое движение муфты? Чему равна минимальная скорость муфты?

11. Ракета массы  $m_0$  стартует в свободном пространстве, где силой тяжести можно пренебречь. В течение времени  $\tau$  ракета движется с постоянным расходом топлива  $\dot{m}$ , при этом масса ракеты уменьшается в два раза. Затем ракета движется в течение такого же времени  $\tau$  с постоянным ускорением  $a$ . Определить массу и скорость ракеты в момент  $t=2\tau$ , если относительно ракеты скорость истечения газов постоянна и равна  $u$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
удовлетворительно	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется

Оценка	Критерии оценивания
	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- Координатный способ описания движения материальной точки.
- Векторный способ описания движения материальной точки.
- Естественный способ описания движения материальной точки.
- Угловые характеристики движения: угловая скорость, угловое ускорение. Связь линейных и угловых характеристик движения материальной точки по окружности.
- Прямая и обратная задачи кинематики.
- Законы Ньютона. Инерциальная система отсчета.
- Прямая и обратная задачи динамики.
- Фундаментальные взаимодействия. Гравитационное взаимодействие.
- Сухое трение, его виды.
- Сила упругости. Деформация стержня. Диаграмма напряжений.
- Вязкое трение. Движение тел при наличии вязкого трения. Установившаяся скорость
- Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
- Импульс материальной точки. Закон изменения и сохранения импульса материальной точки.
- Движение тела с переменной массой. Уравнения Мещерского и Циолковского.
- Центр масс системы материальных точек. Ц-система (система центра масс). Движение центра масс системы материальных точек.
- Работа силы. Кинетическая энергия. Теорема Кёнига.
- Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия в однородном поле тяжести, деформированной пружины, гравитационного притяжения двух материальных точек.
- Законы сохранения и изменения полной механической энергии материальной точки.
- Абсолютно упругий центральный удар.
- Абсолютно неупругий центральный удар.
- Финитное и инфинитное движение материальной точки.
- Поле центральных сил. Связь силы и потенциальной энергии.
- Энергия системы материальных точек: собственная, во внешнем потенциальном поле. Закон изменения и сохранения полной механической энергии системы материальных точек.

24. Момент силы. Момент импульса материальной точки относительно неподвижного начала отсчета. Закон изменения и сохранения момента импульса материальной точки относительно неподвижного начала.
25. Секториальная скорость. Момент импульса материальной точки и уравнение моментов относительно неподвижной оси.
26. Преобразование координат и скоростей при переходе в неинерциальную систему отсчета.
27. Преобразование ускорений для неинерциальных систем отсчета. Силы инерции.
28. Неинерциальная система отсчета, связанная с Землей. Маятник Фуко.
29. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли.
30. Стационарное течение вязкой жидкости по трубе постоянного сечения. Формула Пуазейля.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика. - 6-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2014. - 560 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9221-1512-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=621746&idb=0>.
2. Стрелков С. П. Механика : учебник / Стрелков С. П. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 560 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-4104-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=798748&idb=0>.



3. Строительная механика машин. Поперечный изгиб пластин : учеб. пособие / Гоцелюк Т. Б., Матвеев К. А., Пель А. Н., Пустовой Н. В. - Новосибирск : НГТУ, 2018. - 91 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции НГТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7782-3496-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=720595&idb=0>.
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / Иродов И. Е. - 18-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 420 с. - Рекомендовано Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным, педагогическим и техническим направлениям и специальностям. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-6779-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729582&idb=0>.
5. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. I. Механика / Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Угаров В.А., Яковлев И.А. - Москва : Физматлит, 2006., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645733&idb=0>.

#### Дополнительная литература:

1. Хайкин С. Э. Физические основы механики / Хайкин С. Э. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 768 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-0895-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799587&idb=0>.
2. Фейнман Ричард П. Характер физических законов / под ред. Я. А. Смородинского. - М. : Мир, 1968. - 232 с. : ил. - 0.78., 2 экз.
3. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman lectures on physics : в 9 т. Т. 1 - 2 : Современная наука о природе. Законы механики. Пространство. Время. Движение / [пер. с англ. А. В. Ефремова и др. ; под ред. Я. А. Смородинского]. - 3-е изд. - М. : Мир, 1977. - 439 с. - 27.00., 4 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.phys.unn.ru/methodological/>

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: оборудование для демонстраций физических явлений и законов

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.02 - Информационные системы и технологии.

Автор(ы): Лебедева Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Чупрунов Евгений Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.01.2022, протокол № б/н.