

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Решение задач по механике

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы

Медицинская физика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.01.01 Решение задач по механике относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД УК-1: Демонстрация способности осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД УК-1: Знать фундаментальные понятия, законы и модели механики. Уметь применять законы и модели механики для решения профессиональных задач. Владеть навыками решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения дисциплины	Задачи	Зачёт: Контрольная работа

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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
Кинематика материальной точки	8	0	4	4	4
Динамика материальной точки	16	0	8	8	8
Колебательное движение	6	0	2	2	4
Движение заряженных тел в электромагнитных полях	6	0	2	2	4
Движение при наличии трения	8	0	4	4	4
Упругие деформации	6	0	2	2	4
Законы сохранения	13	0	6	6	7
Неинерциальные системы отсчета	8	0	4	4	4
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	72	0	32	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Кинематика материальной точки. Координатный и векторный способы описания кинематики материальной точки. Естественный способ описания движения. Угловые характеристики движения: угловая скорость, угловое ускорение как векторы.

Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Сила. Измерение сил. Инертная масса. Измерение массы. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Фундаментальные взаимодействия. Электромагнитное и гравитационное взаимодействия.

Колебательное движение. Гармонический осциллятор. Амплитуда, частота, фаза. Фазовая скорость и фазовая траектория. Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний.

Движение заряженных тел в электромагнитных полях. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитных полях.

Движение при наличии трения. Сухое и вязкое трение. Явления застоя и заноса. Движение при наличии сил вязкого трения.

Упругие деформации. Упругие взаимодействия. Деформации. Виды деформаций. Деформации растяжения. Закон Гука.

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.

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.

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.

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.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, решение задач, изучение рекомендованной литературы и подготовку к зачету. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос на практических занятиях, активность в обсуждении качественных вопросов.

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Примеры задач. Полный перечень в ФОС.

Задача 1. Тело брошено с поверхности земли под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти:

- а) время движения;
- б) максимальную высоту подъема и горизонтальную дальность полета; при каком значении угла α они будут равны друг другу;
- в) уравнение траектории $y(x)$.

Задача 2. Пушка и цель находятся на одном уровне на расстоянии 5.1 км друг от друга. Через сколько времени снаряд с начальной скоростью 240 м/с достигнет цели?

Задача 3. Точка движется, замедляясь, по окружности радиуса R так, что в каждый момент времени ее тангенциальное и нормальное ускорения по модулю равны друг другу. В начальный момент $t = 0$ скорость точки равна v_0 . Найти зависимость:

- а) скорости точки от времени и от пройденного пути S ;
- б) полного ускорения точки от скорости и от пройденного пути.

Задача 4. На горизонтальной поверхности находится призма 1 массы m_1 с углом α и на ней брусок 2 массы m_2 . Пренебрегая трением, найти ускорение призмы.

Задача 5. Тело бросают вертикально вверх в вязкой среде. Сила вязкого трения пропорциональна скорости движения тела. Вычислить время подъема тела на максимальную высоту его полета вверх.

Задача 6. Горизонтально расположенный медный стержень длины $l = 1$ м вращают вокруг вертикальной оси, проходящей через его середину. При какой частоте оборотов он может разорваться?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания
не зачтено	Невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации

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 ответа	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 ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						полном объеме	
<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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1

1	1. Известны: функция $f(S)$, определяющая зависимость производной dv/dS от пройденного частицей пути S, модуль скорости v_0 в начале пути. Написать выражение для $v(S)$ – модуля скорости, которую имеет частица, пройдя путь S. 2. Из зенитной установки выпущен снаряд вертикально вверх со скоростью $v_0 = 600$ м/с. Сила сопротивления воздуха $F = -kv$. Определите максимальную высоту подъема H снаряда и время его подъема τ до этой высоты, если
---	--

	известно, что при падении снаряда с большой высоты его установившаяся скорость $v_1 = 100$ м/с. 3. Каков будет период малых колебаний математического маятника длины l, если маятник колеблется в вагоне, движущемся в горизонтальном направлении с ускорением a? 4. Космический корабль стартует с начальной массой m_0 и нулевой начальной скоростью в пространстве, свободном от поля тяготения. Масса корабля меняется во времени по закону: $m = m_0 \exp(-\lambda t)$, скорость продуктов сгорания относительно корабля постоянна и равна u. Какое расстояние x пройдет корабля к моменту, когда его масса уменьшится в 1000 раз? 5. Груз массы m медленно поднимают на высоту h по наклонной плоскости с помощью блока и троса. При этом совершается работа A. Затем трос отпускают, и груз скользит вниз. Какую скорость он наберет, опустившись до исходной точки?
2	1. Камень, брошенный с высоты h под углом α к горизонту, падает на землю на расстоянии S от места бросания. Найти начальную скорость камня, время полета и максимальную высоту подъема над уровнем земли. Определить также радиусы кривизны траектории в верхней точке и в точке падения камня на землю. 2. По какому закону должен изменяться расход топлива $I(t)$, чтобы в поле тяжести с постоянным ускорением g ракета двигалась вертикально вверх с постоянным ускорением a? Скорость истечения газовой струи относительно ракеты постоянна и равна u. 3. На 60° с.ш. паровоз массой в 100 т идет с юга на север со скоростью $v = 72$ км/ч по железнодорожному пути, проложенному по меридиану. Найти величину и направление той силы, с которой паровоз действует на рельсы в направлении, перпендикулярном ходу поезда. 4. Однородный брусок, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, попадает на шероховатый участок этой поверхности ширины L, коэффициент трения о который μ. При какой начальной скорости он преодолеет этот участок? 5. Плот масс M с человеком массы m покоится на поверхности пруда. Относительно плота человек совершает перемещение l_1 со скоростью $v_1(t)$ и останавливается. Пренебрегая сопротивлением воды, найти: а) перемещение l плота относительно берега;

	б) горизонтальную составляющую силы, с которой человек действовал на плот в процессе движения.
3	1. На рис. изображен график скорости некоторого тела. Постройте график координат и ускорения тела в зависимости от времени и скорости. 2. Наблюдая пролетающий мимо Земли космический корабль, земные астрономы установили, что скорость его меняется во времени по закону $v = -v_0 \ln(1 - vt)$. Определить, как должна зависеть от времени масса корабля в предположении постоянства скорости истечения газов из сопла относительно корабля. Тяготением пренебречь. 3. Когда один моряк пытался в трюме судна закрыть небольшое отверстие, через которое врывалась струя воды, то это ему не удавалось, струя отбрасывала доску. Когда же с помощью товарища ему удалось прижать доску плотно к отверстию, то он мог затем держать ее один. Объяснить, почему давление на доску в обоих случаях разное? 4. Ствол пушки направлен под углом $\beta = 45^\circ$ к горизонту. Когда колеса пушки закреплены, скорость снаряда, масса которого в $h = 50$ раз меньше массы пушки, $v_0 = 180$ м/с. Найти скорость пушки сразу после выстрела, если колеса ее освободить. 5. Горизонтально расположенную трубку длины l начинают вращать вокруг вертикальной оси, проходящей через один из ее концов, с постоянной угловой скоростью ω. В середине трубки до начала вращения находился шарик. Через какое время τ он из нее вылетит? Трением пренебречь.
4	1. Точка движется по окружности $R=2$м по закону $\varphi = 2 + 2t - t^2$. Определить путь S, пройденный точкой до остановки. Найдите ускорение точки в момент $t_1 = 0,5$с. 2. Моторная лодка массой m развила скорость v_0. Найдите скорость движения лодки $v(t)$ после выключения мотора, если сила сопротивления воды $F = -kv$. 3. С высоты $H=20$м горизонтально брошен камень массой $m=500$г со скоростью $v_0=10$м/с. Определите кинетическую и потенциальную энергию камня для момента времени $t=1$с после начала движения. Сопротивлением воздуха пренебречь. 4. Ракета поднимается без начальной скорости вертикально вверх в однородном поле сил тяжести. Начальная масса ракеты с топливом m_0. Скорость газовой струи относительно ракеты равна u. Найдите скорость ракеты в зависимости от ее массы m и времени подъема t. Сопротивлением воздуха пренебречь. 5. На поверхности Земли на широте φ лежит груз массы m. Радиус Земли равен R, ее угловая скорость вращения равна ω. Найдите силу нормального давления груза на Землю.
5	1. Ускорение материальной точки задано $a = \beta t^2 i + \gamma t j$, где $\beta = 2$ м/с ⁴ , $\gamma = 2$ м/с ³ . На каком расстоянии от начала координат она

будет находиться в момент времени $t=1\text{с}$, если при $t=0\text{с}$ $v_0=0$.

2. На гладкой горизонтальной поверхности находится доска массой m_2 , на которой лежит брусок массой m_1 . Коэффициент трения бруска о поверхность доски равен μ . К доске приложена горизонтальная сила $F=at$ ($a=\text{const}$). Определите момент времени t_0 , когда доска начнет выскальзывать из-под бруска.

3. Мяч с массой m , падая на горизонтальную плоскость со скоростью v по прямой, образующей с нормалью к плоскости угол α , отражается от нее под таким же углом. Время соударения равно τ . Найдите среднюю силу удара.

4. Поднимаясь вертикально вверх от поверхности Земли с постоянной скоростью v , ракета достигает высоты h . Скорость истечения газов равна u . Насколько уменьшилась масса ракеты при таком подъеме?

5. Поезд массой m движется равномерно вдоль параллели, находясь в северном полушарии на широте φ . Какую скорость должен иметь поезд, чтобы результирующая сил инерции, действующих на него в системе отсчета, связанной с Землей, равнялась нулю.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания
не зачтено	Невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации

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

Основная литература:

1. Матвеев А. Н. Механика и теория относительности : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1976. - 415 с. : ил. - 0.93., 33 экз.
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. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учеб. пособие для физ. специальностей вузов : [в 5 т.]. Т. 1. Механика. - Изд. 3-е, испр. и доп. - М. : Наука, 1989. - 576 с. : ил. - ISBN 5-02-014054-6 (в пер.) : 1.50., 128 экз.
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / Иродов И. Е. - 19-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 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. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-45369-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=864835&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. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics : [пер. с англ.]. [Вып.] 1. Современная наука о природе. Законы механики / [предисл. Я. Смородинского и Р. Фейнмана]. - 2-е изд. - М. : Мир, 1967. - 267 с. : ил. - 1.18., 4 экз.
2. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics. [Вып.] 2. Пространство. Время. Движение / [пер. с англ. А. В. Ефремова и др. ; под ред. Я. А. Смородинского]. - [Изд. 2-е]. - М. : Мир, 1967. - 168 с. - 17.00., 5 экз.
3. Хайкин С. Э. Физические основы механики : [для ун-тов]. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Наука, 1971. - 751 с. : ил. - (Общий курс физики). - 2.04., 134 экз.
4. Задачи по физике : [учеб. пособие для подгот. отд-ний вузов] / под ред. О. Я. Савченко. - М. : Наука, 1981. - 431 с. : ил. - 0.95., 2 экз.

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

Помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Каткова Мария Ридовна, кандидат физико-математических наук
Гажулина Анастасия Петровна, кандидат физико-математических наук.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.