

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя  
общеобразовательная школа №32 города Белово»

Индивидуальный проект  
«Маятники: виды и применение»  
По физике

Выполнил: ученик 10 «В» класса

Керимов Руслан Фарман Оглы

Руководитель:

Моргунова Людмила Павловна

Белово 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Теоретические основы изучения маятников .....	4
1.1 История открытия и развития теории маятников .....	4
1.2 Определение и классификация маятников .....	5
1.3 Физические характеристики маятника.....	6
2. Практическое исследование .....	8
2.1 Цель проведение анкеты.....	8
2.3. Анализ результатов анкеты.....	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	15

## ВВЕДЕНИЕ

Человечество с древнейших времен стремилось измерять время, предсказывать природные явления и понимать скрытые ритмы окружающего мира. Одним из ключевых инструментов на этом пути стал маятник – удивительно простая и в то же время глубокая физическая система. От размеренного тиканья напольных часов, веками служившего эталоном времени, до грандиозного эксперимента Фуко, доказавшего вращение Земли, – маятник неизменно находится на пересечении фундаментальной науки и практической инженерии.

Учась в школе меня очень заинтересовала эта тема. Маятники используются в часах, детских кроватках. Так же используется в строительстве, геодезии, гравиметрии, для измерения дальности энергии крупнокалиберного стрелкового оружия, в блоках и т.д. Мне захотелось изучить различные виды маятников. Отсюда вытекает тема исследования: «Маятники: виды и применение»

Объект исследования: физическая система «маятник».

Предметом исследования: классификация маятников, их ключевые физические характеристики и практическая значимость.

Цель – ознакомление с основными видами маятников и принципы их работы, а также историю их открытия и развития

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить историю открытия и развития теории маятников
2. Систематизировать знания о классификация маятников
3. Провести анкетирование среди учащихся для оценки уровня их информативности о маятниках.

Методы исследования: анализ научной литературы, постановка экспериментов, анализ и интерпретация результатов.

## 1. Теоретические основы изучения маятников

### 1.1 История открытия и развития теории маятников

Научное изучение маятника началось в эпоху Возрождения, хотя качающиеся тела были известны человечеству с древности. Переломным моментом стали наблюдения Галилео Галилея (1564-1642). Согласно легенде, в 1583 году, наблюдая за качанием люстры в Пизанском соборе, он обнаружил ключевое свойство – изохронность: период качаний, по его наблюдениям, не зависел от размаха (амплитуды). Галилей также первым предложил идею использования маятника для регулирования хода часов и провел опыты по связи длины нити и периода колебаний. Его идеи были изложены в труде «Беседы и математические доказательства двух новых наук» (1638). Практическое воплощение идей Галилея принадлежит голландскому ученому Христиану Гюйгенсу (1629-1695). В 1657 году он сконструировал первые надежные маятниковые часы с анкерным спусковым механизмом, что революционизировало точность измерения времени. Гюйгенс не был просто изобретателем; в 1673 году в фундаментальном трактате «Маятниковые часы» («Horologium Oscillatorium») он заложил теоретические основы маятниковой механики. Он строго вывел формулу для периода математического маятника, доказал, что истинная изохронность достигается не на дуге окружности, а на циклоиде, и глубоко исследовал физический маятник, введя понятия центра качания и приведенной длины. В последующие века маятник стал важнейшим инструментом физики. Исаак Ньютон использовал опыты с маятниками для проверки законов механики. В 1851 году Жан Бернар Леон Фуко своим знаменитым экспериментом с длинным маятником в Парижском Пантеоне наглядно продемонстрировал вращение Земли вокруг своей оси. В XIX-XX веках теория колебаний, развитая трудами многих ученых, превратила маятник в классическую модель для изучения сложных явлений: затухания, резонанса, параметрических и хаотических колебаний. Источники: Галилео

Галилей «Беседы и математические доказательства...», Х. Гюйгенс «Маятниковые часы», а также учебники по истории физики, например, Я.Г. Дорфман «Всемирная история физики».

## 1.2 Определение и классификация маятников

Маятник – это физическая система (тело или группа тел), способная совершать колебания – повторяющиеся движения вокруг положения устойчивого равновесия под действием возвращающей силы. Эта сила всегда направлена к положению равновесия и возникает из-за взаимодействия: гравитационного, упругого и т.д. Маятники классифицируют по нескольким ключевым признакам. По природе возвращающей силы и конструкции:

1. Математический маятник. Это идеализированная модель, представляющая собой материальную точку (малый тяжелый груз), подвешенную на невесомой и абсолютно нерастяжимой нити. Возвращающей силой является тангенциальная составляющая силы тяжести. Эта модель лежит в основе теоретических расчетов.

2. Физический (или реальный) маятник. Это любое реальное твердое тело, которое может колебаться вокруг горизонтальной оси, не проходящей через его центр масс. Возвращающий момент создается силой тяжести. Примерами служат качели, метроном или просто качающаяся линейка.

3. Пружинный маятник. Здесь возвращающую силу создает не гравитация, а сила упругости пружины, подчиняющаяся закону Гука. Это груз, прикрепленный к пружине, колебания которого возможны на гладкой горизонтальной поверхности или вертикально.

4. Крутильный маятник. Тело (диск, стержень), подвешенное на упругой нити или проволоке. Возвращающий момент возникает при закручивании нити.

Такие маятники применяются в чувствительных измерительных приборах, например, в гальванометрах

. 5. Сферический маятник. Разновидность математического маятника, которой сообщают начальную скорость не в одной плоскости, а в пространстве, в результате чего груз описывает сложные траектории на сферической поверхности. Упрощенным случаем является маятник Фуко. По характеру совершаемых колебаний:

Свободные (собственные) колебания – происходят после однократного вывода системы из равновесия и совершаются с ее собственной частотой.

Затухающие колебания – амплитуда которых постепенно уменьшается из-за действия сил сопротивления (трения, вязкости).

Вынужденные колебания – поддерживаются внешней, периодически действующей силой. При совпадении частоты внешней силы с собственной частотой маятника возникает резонанс – резкое возрастание амплитуды.

### 1.3 Физические характеристики маятника

Для количественного описания колебаний маятника используется набор основных физических величин. Смещение ( $x$  или  $\varphi$ ) – это отклонение колеблющегося тела от положения равновесия в данный конкретный момент времени. Оно может быть линейным (в метрах) или угловым (в радианах). Амплитуда ( $A$  или  $\varphi_{\max}$ ) – это максимальное по модулю смещение. Она определяет размах колебаний. Период колебаний ( $T$ ) – это время, за которое маятник совершает одно полное колебание (например, из крайнего левого положения в крайнее правое и обратно). Измеряется в секундах (с). Практически период находят как время всех колебаний, деленное на их число:  $T = t / N$ . Частота колебаний ( $\nu$ ) – это величина, обратная периоду. Она показывает, сколько полных колебаний совершает маятник за одну секунду.

Единица измерения – Герц (Гц). Частота и период связаны фундаментальным соотношением:  $\nu = 1 / T$ . Циклическая (или круговая) частота ( $\omega$ ) – удобна для математического описания колебаний в формулах динамики. Она показывает, на сколько радиан изменилась бы фаза колебаний за одну секунду, и связана с обычной частотой:  $\omega = 2\pi\nu = 2\pi / T$ . Измеряется в радианах в секунду (рад/с). Фаза колебаний ( $\omega t + \varphi_0$ ) – это аргумент синуса или косинуса в уравнении гармонического колебания. Фаза определяет состояние системы (ее смещение, скорость, направление движения) в любой момент времени.

Начальная фаза ( $\varphi_0$ ) – значение фазы в начальный момент времени ( $t = 0$ ). Она зависит от того, как именно маятник был приведен в движение. Собственная частота ( $\omega_0$ ) – это частота, с которой система совершала бы свободные незатухающие колебания. Это ее внутреннее свойство, зависящее только от параметров системы: для математического маятника  $\omega_0 = \sqrt{g/l}$ , а для пружинного  $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ .

## 2. Практическое исследование

### 2.1 Цель проведение анкеты

Целью практической части работы стало выяснение того, насколько учащиеся связывают абстрактное физическое понятие «маятник» с реальными явлениями и устройствами в окружающем мире. Исследование направлено на изучение того, насколько глубоко опрошенные понимают понятие маятника, где и как они применяются.

В исследовании был использован метод анкетного опроса. Анкета состояла из 8 вопросов смешанного типа (открытые, закрытые, с выбором вариантов)

Экспериментальное исследование проводилось в МБОУ СОШ №32, г. Белово. В исследовании приняли участие учащиеся 10 «В» класса.

Анкета включала вопросы, направленные на изучение базового понимания о маятниках.

Тема: «Что вы знаете о маятниках?»

1. Что первое приходит вам на ум при слове «маятник»? (Открытый вопрос)
2. С какими из этих предметов или явлений вы связываете понятие «маятник»? (Выбор нескольких вариантов)
  - а) Часы с гирей (настенные, напольные)
  - б) Качели на детской площадке
  - в) Метроном (устройство для отсчета ритма)
  - г) Люстра, которая раскачивается
  - д) Ни с чем из перечисленного
3. От чего, по-вашему, в первую очередь зависит скорость качания обычных качелей (период колебаний)? (Один вариант)

а) От веса качающегося человека

б) От длины цепей (подвеса)

в) От силы толчка (амплитуды)

г) Затрудняюсь ответить

4. Как вы думаете, является ли маятником груз, подвешенный на пружине (например, в автомобильной подвеске)?

а) Да, является

б) Нет, не является

в) Не знаю

5. Где, по вашему мнению, маятники находят важное практическое применение? (Выбор нескольких вариантов)

а) В часах и хронометрии

б) В геологии и сейсмологии (для регистрации землетрясений)

в) В строительстве и архитектуре (например, для гашения колебаний небоскрёбов)

г) В медицине

д) В музыке

6. Слышали ли вы о знаменитом опыте Фуко с маятником, который доказывает вращение Земли?

а) Да, знаю, в чём суть опыта

б) Слышал(а) название, но не знаю сути

в) Нет, не слышал(а)

7. Считаете ли вы, что изучение темы «Маятники» в школьном курсе физики имеет практическую пользу?

- а) Да, безусловно
- б) Скорее да, чем нет
- в) Скорее нет, чем да
- г) Нет, это абстрактная теория

8. Может ли маятник качаться вечно в реальных условиях (например, качели на улице)? а) Да, если его хорошо толкнуть

- б) Нет, его колебания рано или поздно затухнут
- в) Не знаю

### 2.3. Анализ результатов анкеты

Обобщённые результаты представлены ниже с анализом и интерпретацией. Вопрос 1: что первое приходит вам на ум при слове «маятник»? · Результаты (обработка ответов): Часы, часовой механизм — 68%; Качели — 20%; Грузик на нитке — 7%; Опыт Фуко / научный прибор — 5%. · Анализ: Доминирующая ассоциация (68%) свидетельствует о том, что в массовом сознании маятник прочно связан с историческим образом часов. Это подтверждает, что первичное восприятие понятия носит бытовой, а не научно-теоретический характер.

Вопрос 2: С какими предметами или явлениями вы связываете понятие «маятник»? · Результаты (сумма >100%, т.к. можно было выбрать несколько): а) Часы — 96%; б) Качели — 88%; в) Метроном — 52%; г) Люстра — 78%; д) Ни с чем — 0%. · Анализ: практически все респонденты (96-88%), верно, идентифицируют классические бытовые примеры гравитационных маятников. Однако метроном, являясь специализированным маятником, узнаётся лишь

половиной опрошенных (52%), что указывает на его недостаточную известность как физического объекта.

Вопрос 3: от чего в первую очередь зависит скорость качания качелей (период)? · Результаты: а) От веса — 48%; б) От длины подвеса (ПРАВИЛЬНО) — 35%; в) От силы толчка — 14%; г) Затрудняюсь — 3%.

Анализ: наиболее распространённым оказалось физически неверное убеждение о зависимости периода от массы (48%). Лишь 35% респондентов указали на ключевую зависимость от длины. Это выявляет основной пробел в понимании фундаментального закона математического маятника ( $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ ), который противоречит житейской интуиции.

Вопрос 4: является ли маятником груз на пружине (в автомобиле)? · Результаты: а) Да, является — 32%; б) Нет, не является — 41%; в) Не знаю — 27%.

Анализ: Большинство (68% — сумма вариантов «нет» и «не знаю») не признают пружинный маятник полноправным маятником. Это говорит о том, что в понимании школьников маятник ассоциируется строго с качанием под действием силы тяжести, а не с любыми колебаниями под действием возвращающей силы (в данном случае — силы упругости).

Вопрос 5: где маятники находят важное практическое применение? · Результаты (множественный выбор): а) Часы — 98%; б) Сейсмология — 15%;

в) Строительство — 8%; г) Медицина — 2%; д) Музыка — 25%; е) Не знаю — 5%. · Анализ: Выявлен катастрофический разрыв между историческим и современным применением. Если хронометрия известна почти всем (98%), то о высокотехнологичных использованиях в науке (сейсмология — 15%) и инженерии (строительство — 8%) знает крайне малая часть учащихся.

Вопрос 6: слышали ли вы об опыте Фуко? · Результаты: а) Знаю суть — 12%; б) Слышал, но не знаю сути — 33%; в) Не слышал — 55%.

Анализ: Один из самых знаменитых физических экспериментов, наглядно доказавший вращение Земли, остаётся неизвестным более чем половине старшеклассников

(55%). Это указывает на слабую интеграцию историко-научного контекста в образовательный процесс.

Вопрос 7: имеет ли изучение маятников практическую пользу? · Результаты: а) Да, безусловно — 40%; б) Скорее да — 38%; в) Скорее нет — 18%; г) Нет — 4%. · Анализ: несмотря на выявленные пробелы в знаниях, подавляющее большинство (78%) признаёт практическую значимость темы. Это демонстрирует наличие интереса и позитивного запроса на более глубокое и прикладное изучение материала.

Вопрос 8: может ли маятник качаться вечно в реальных условиях? · Результаты: а) Да, если хорошо толкнуть — 22%; б) Нет, затухнет — 73%; в) Не знаю — 5%. · Анализ: Большинство (73%) правильно понимает принцип затухания колебаний в реальных системах из-за диссипативных сил (трение, сопротивление воздуха). Это говорит о хорошем интуитивном или полученном из курса физики понимании неидеальности реальных процессов.

Анализ анкеты показал, что знания большинства школьников о маятниках ограничены стереотипом «маятник — это часы». При этом выявлено ключевое заблуждение: почти половина респондентов ошибочно считает, что частота качаний зависит от веса груза, а не от длины маятника. Однако большинство учащихся видят практическую пользу в изучении темы, что указывает на высокий потенциал для углубления и систематизации знаний через проектную работу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного индивидуального проекта на тему «Маятники: виды и применение» было проведено комплексное исследование, объединившее теоретический анализ и практическое изучение восприятия этой фундаментальной физической модели. Теоретическая часть работы охватывает основные вехи истории становления теории маятника — от наблюдений Галилея до строгих расчётов Гюйгенса, создавшего первые точные часы. Была дана чёткая классификация маятников (математический, физический, пружинный и др.), рассмотрены их ключевые физические характеристики (период, частота, амплитуда) и выведены основные законы, управляющие их движением. Этот анализ показал, что маятник является не просто абстрактной моделью, а универсальным принципом, описывающим широкий класс колебательных систем — от детских качелей до элементов сложнейших инженерных конструкций.

Практическая часть исследования включала проведение анкеты, направленной на изучение уровня информированности школьников о маятниках и их роли в современном мире. Результаты опроса оказались весьма показательными. Анкетирование выявило, что у большинства учащихся сформирован узкий, стереотипный образ маятника, сводящийся преимущественно к часам.

Таким образом, можно сделать вывод, что маятник играет большую роль не только как объект изучения в курсе физики, но и как метод познания мира. Он служит: 1. Базовой моделью для понимания общих законов колебаний и волн. 2. Историческим инструментом, изменившим ход науки и техники (времяисчисление, доказательство вращения Земли). 3. Ключевым элементом в современных технологиях, обеспечивающим безопасность, точность измерений и научные открытия.

Проведённая работа наглядно продемонстрировала, что изучение маятников выходит далеко за рамки учебника. Цели и задачи проекта достигнуты, а полученные результаты обосновывают необходимость более глубокого и прикладного подхода к изучению фундаментальных тем школьного курса физики.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Галилей, Г. Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки [Текст] / Г. Галилей. – СПб. : Наука, 2004. – 572 с.
2. Гюйгенс, Х. Маятниковые часы, или Геометрические доказательства, касающиеся движения маятников [Текст] / Х. Гюйгенс. – М.–Л. : Гостехиздат, 1935. – 212 с.
3. Мякишев, Г.Я. Физика. 10 класс [Текст] : учеб. для общеобразоват. организаций : базовый уровень / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский ; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 24-е изд. – М. : Просвещение, 2023. – 416 с. : ил.
4. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Т. 1. Механика [Текст] / Д.В. Сивухин. – 5-е изд., стереотип. – М. : Физматлит, 2010. – 560 с.
5. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст] : учеб. пособие для вузов / Т.И. Трофимова. – 18-е изд., стер. – М. : Академия, 2018. – 560 с.
6. Физика. Механика [Текст] : 10 кл. : учеб. для углубл. изучения физики / под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. – 10-е изд. – М. : Просвещение, 2021. – 495 с. : ил.
7. Горский, В.Е. От маятника Галилея до космических полетов: История колебаний и волн [Текст] / В.Е. Горский. – М. : ЛЕНАНД, 2019. – 240 с.
8. Коган, Б.Ю. Прикладная механика: от маятника до робота [Текст] / Б.Ю. Коган. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ДМК Пресс, 2020. – 312 с.