

Документ подписан электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.07.2024 12:02:41  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:

Руководитель ООП



Б.Б.Педько

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

**Механика**

Закреплена за кафедрой: **Общей физики**

Направление подготовки: **03.03.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика, технологии и компьютерное моделирование функциональных материалов**

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **1**

Программу составил(и):

*канд. физ.-мат. наук, доц., Зубков Виктор Викторович*

Тверь, 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью освоения дисциплины является:

формирование у студентов единой, стройной, логически непротиворечивой механической картины окружающего нас мира природы.

### Задачи:

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных физических моделей и процессов в рамках классической механики и механики специальной теории относительности;
- установление связи между различными физическими явлениями, вывод основных законов в виде математических уравнений;
- постановка и анализ задачи, применение различных методов решения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Раздел общей физики «Механика» излагается на первом курсе в первом семестре и его главной задачей является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики в рамках цикла курсов общей, теоретической физики и различных специализированных курсов направления «Физика». Для успешного освоения дисциплины необходимо уверенно владеть математическим аппаратом в рамках школьного курса алгебры и анализа, а также геометрии. Некоторые элементы математического анализа и алгебры, не входящие в школьный курс, вводятся по мере необходимости.

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: общий физический практикум, курсы общей и теоретической физики, такие как:

Молекулярная физика

Физический практикум по молекулярной физике

Теоретическая механика

Физический практикум по механике

Физический практикум по электричеству и магнетизму

Физический практикум по оптике

Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц

Физический практикум по атомной физике

Электричество и магнетизм

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
<b>в том числе:</b>	
аудиторные занятия	85
самостоятельная работа	28
часов на контроль	27

#### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Анализирует физические объекты и процессы с применением базовых знаний в области физико-математических наук

ОПК-2.2: Решает теоретические задачи и проводит моделирование физических объектов, систем и процессов в рамках научного исследования.

УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

#### 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	1

#### 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

#### 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Предмет механики.					
1.1	Введение. Задачи механики.	Лек	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
	Раздел 2. Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела					
2.1	Кинематика материальной точки	Лек	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
2.2	Сложение скоростей и ускорений. Теорема Кориолиса	Лек	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
2.3	Кинематика абсолютно твердого тела.	Лек	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	

2.4	Кинематика материальной точки. Скорость и ускорение при произвольном движении. Естественное задание движения. Тангенциальное и нормальное ускорения	Пр	1	6	Л1.1 Л1.4 Л1.7	
2.5	Преобразование скоростей. Преобразование ускорений. Мгновенная ось вращения. Кинематика АТТ	Пр	1	6	Л1.4 Л1.7	
	Раздел 3. Уравнения движения механической системы и законы сохранения					
3.1	Динамика материальной точки	Лек	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
3.2	Уравнения движения механической системы	Лек	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
3.3	Общий случай движения АТТ. Тензор инерции	Лек	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
3.4	Работа силы. Закон сохранения механической энергии	Лек	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
3.5	Второй закон Ньютона. Силы. Импульс.	Пр	1	8	Л1.4 Л1.7	
3.6	Динамика АТТ. Моменты инерции. Динамика связанных тел.	Пр	1	5	Л1.4 Л1.7	
3.7	Работа и мощность силы. Законы сохранения.	Пр	1	4	Л1.4 Л1.7	
3.8	Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского.	Пр	1	2	Л1.4 Л1.7	
	Раздел 4. Конкретные задачи механики точки					
4.1	Движение в гравитационных полях	Лек	1	2	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
4.2	Задача двух тел	Лек	1	2	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	

4.3	Механические колебания	Лек	1	4	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6	
4.4	Движение тел в гравитационных полях. Космические скорости.	Пр	1	4	Л1.4 Л1.6 Л1.7	
4.5	Колебания механических систем. Гармонические колебания. Сложения колебаний.	Пр	1	4	Л1.2 Л1.4	
4.6	Вынужденные колебания. Параметрические колебания.	Ср	1	8	Л1.2 Л1.3	
	Раздел 5. Введение в механику сплошных сред					
5.1	Основы механики сплошных сред	Лек	1	4	Л1.2 Л1.3	
5.2	Напряжения и деформации. Простейшие деформации. Энергия деформированного тела. Обобщенный закон Гука. Модуль всестороннего сжатия. Относительное объемное расширение.	Пр	1	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7	
5.3	Механика жидкостей и газов. Закон Паскаля. Уравнение Эйлера. Равновесие несжимаемой жидкости. Барометрическая формула. Закон Архимеда. Уравнение Бернулли	Пр	1	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7	
5.4	Число Рейнольдса. Подъемная сила. Эффект Магнуса. Продольные и поперечные волны. Скорость волны. Стоячие волны. Эффект Доплера. Затухание волн. Преломление волн. Температурные волны. Законы Фурье.	Ср	1	10	Л1.2 Л1.3	
	Раздел 6. Основы специальной теории относительности					
6.1	Основы специальной теории относительности.	Лек	1	3	Л1.2	
6.2	Преобразования Лоренца. Мир Минковского. Динамика частиц в СТО.	Пр	1	4	Л1.2 Л1.4	
6.3	Видимая форма движущихся тел. Парадоксы СТО.	Ср	1	10	Л1.2Л2.1	
	Раздел 7. Контроль					

7.1	Экзамен	Экзамен	1	27	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
-----	---------	---------	---	----	---	--

### Список образовательных технологий

1	Активное слушание
---	-------------------

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

См. Приложение

### 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Зубков, Лекции по кинематике материальной точки и абсолютного твердого тела, Тверь, 2012, ISBN: , URL: <a href="http://texts.lib.tversu.ru/texts2/03370ucheb.pdf">http://texts.lib.tversu.ru/texts2/03370ucheb.pdf</a>
Л1.2	Алешкевич, Деденко, Караваев, Механика, Москва: Академия, 2006, ISBN: 5-7695-3492-3, URL: <a href="http://texts.lib.tversu.ru/texts/996345ogl.pdf">http://texts.lib.tversu.ru/texts/996345ogl.pdf</a>
Л1.3	Сивухин, Общий курс физики, Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2014, ISBN: 978-5-9221-1512-4, URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=303205">https://znanium.com/catalog/document?id=303205</a>
Л1.4	Иродов И. Е., Задачи по общей физике, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-507-45369-6, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/329834">https://e.lanbook.com/book/329834</a>
Л1.5	Савельев И. В., Курс физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика, Санкт-Петербург: Лань, 2023, ISBN: 978-5-507-47075-4, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/324407">https://e.lanbook.com/book/324407</a>
Л1.6	Савельев И. В., Механика, Санкт-Петербург: Лань, 2021, ISBN: 978-5-8114-6938-3, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/153686">https://e.lanbook.com/book/153686</a>
Л1.7	Иродов И. Е., Задачи по общей физике, Санкт-Петербург: Лань, 2021, ISBN: 978-5-8114-6779-2, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152437">https://e.lanbook.com/book/152437</a>

### 9.1.2. Дополнительная литература

Шифр	Литература
Л2.1	Матвеев, Механика и теория относительности, Москва: ОНИКС 21 век, 2003, ISBN: 5-329-00742-9 (ОНИКС 21 век), URL: <a href="http://texts.lib.tversu.ru/texts/1000560ogl.pdf">http://texts.lib.tversu.ru/texts/1000560ogl.pdf</a>

### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

#### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	ЭБС «ЮРАИТ»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС «Лань»

### 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-2026	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, переносной мультимедийный проектор, экран
3-218	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-226	комплект учебной мебели, Микшерный пульт, Аудиокомплект, Интерактивная система, проектор, Телекоммуникационные шкафы, экран, компьютер
3-227	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-228	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран

### 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

См. приложение

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

*Форма проведения промежуточного контроля:* студенты, освоившие программу курса «Механика» могут сдать экзамен по итогам рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения в ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

**УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Для всех индикаторов один способ аттестации:

**Задание:** 1. Сформулируйте условие сохранения момента импульса материальной точки (системы материальных точек). Может ли сохраняться только одна компонента импульса?

2. Верны ли следующие утверждения? 1. Результирующая сила равна нулю, следовательно, момент импульса сохраняется. 2. Импульс тела не сохраняется, следовательно, и момент импульса не сохраняется.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:** • Высокий уровень (3 балла по каждому критерию): Знает определение момента импульса. Записывает и формулирует без ошибок закон сохранения момента импульса. Поясняет частные случаи закона сохранения;



Средний уровень (2 балла по каждому критерию): Знает определение момента импульса. Записывает и формулирует без ошибок закон сохранения момента импульса;

Низкий уровень (1 балл по каждому критерию): Знает определение момента импульса. Неуверенно записывает и формулирует закон сохранения момента импульса.

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

ОПК-1.1. Анализирует физические объекты и процессы с применением базовых знаний в области физико-математических наук.

**Задание:** Решить задачу: На идеально гладкой горизонтальной поверхности лежит стержень длины  $L$  и массы  $M$ , который может скользить по этой поверхности без трения. В одну из точек стержня ударяет шарик массы  $m$ , движущийся перпендикулярно к стержню. На каком расстоянии  $x$  от середины стержня должен произойти удар, чтобы шарик передал стержню всю свою кинетическую энергию? При каком соотношении масс  $M$  и  $m$  это возможно? Удар считайте абсолютно упругим.

**Способ аттестации:** письменный.

Критерии оценки: • Высокий уровень (3 балла по каждому критерию): Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает законы сохранения в механике и уверенно применяет его, записывая необходимые соотношения. Получает решение;

Средний уровень (2 балла по каждому критерию): Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает законы сохранения в механике. Неуверенно применяет их, записывая необходимые соотношения. Получает решение.

Низкий уровень (1 балл по каждому критерию): Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает законы сохранения в механике.

С трудом применяет их, записывая необходимые соотношения, направленные на решение задачи.

ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные:

ОПК-2.2. Решает теоретические задачи и проводит моделирование физических объектов, систем и процессов в рамках научного исследования.

**Задание:** Решите задачу: Сплошному цилиндру радиуса  $R$  и массы  $m$  сообщено вращение вокруг его оси с угловой скоростью  $\omega$ . Вращающийся цилиндр кладут на горизонтальную плоскость и предоставляют самому себе. Он начинает двигаться по плоскости, причем коэффициент трения скольжения между цилиндром и плоскостью равен  $\mu$ . Определите, через какое время движение цилиндра перейдет в чистое качение без скольжения. Трением качения пренебречь.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:** • Высокий уровень (3 балла по каждому критерию): Записывает уравнения движения твердого тела. Получает необходимую систему уравнений. Получает правильное решение;

Средний уровень (2 балла по каждому критерию): Записывает уравнения движения твердого тела.

Получает с недочетами необходимые уравнения. Есть направленные на решение преобразования;

Низкий уровень (1 балл по каждому критерию): Записывает уравнения движения твердого тела только в общем случае, без конкретной привязки к задаче. С трудом (допуская ошибки, с подсказками), но записывает необходимые для решения уравнения.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Зубков В.В. Лекции по кинематике материальной точки и абсолютно твердого тела. Тверь: ТвГУ, 2013.  
<http://texts.lib.tversu.ru/texts2/03370ucheb.pdf>
2. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Курс общей физики. Механика. М., Физматлит, 2011;  
<http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69337&razdel=257>
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика: М., Физматлит, 2014.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=275610&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275610&sr=1)
4. **Савельев И. В.** Курс общей физики. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 436 с. - ISBN 978-5-8114-8003-6. <https://e.lanbook.com/book/171889>
5. Кудин Л. С. Курс общей физики (в вопросах и задачах) [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1372-0. <https://e.lanbook.com/book/168513>

б) Дополнительные источники:

1. Бухман Н. С. Элементы физической механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/35>.
2. Зисман, Г.А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Зисман, О.М. Годес. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/505>.
3. Алешкевич В.А. О преподавании специальной теории относительности на основе современных экспериментальных данных //УФН 2012. Т. 182. С. 1301–1318. <http://ufn.ru/ru/articles/2012/12/c/>
4. Александров Е. Б., Александров П. А., Запасский В. С., Корчуганов В. Н., Стирин А. И. Эксперименты по прямой демонстрации независимости скорости света от скорости движения источника (демонстрация справедливости второго постулата специальной теории относительности

- Эйнштейна) // УФН 2011. Т. 181. С. 1345–1351.  
<http://ufn.ru/ru/articles/2011/12/1/>
5. Мандельштам Л И Ещё раз о силах инерции в связи со статьей А. Н. Крылова // УФН 1946. Т. 28. С. 99-102. <http://ufn.ru/ru/articles/1946/1/e/>
  6. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов - 18-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 420 с. - ISBN 978-5-8114-6779-2. <https://e.lanbook.com/book/152437>
  7. Аксенова Е. Н. **Общая физика. Механика** (главы курса) [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 128 с. - ISBN 978-5-8114-2927-1. <https://e.lanbook.com/book/169074>
  8. Алешкевич В.А. О преподавании специальной теории относительности на основе современных экспериментальных данных //УФН 2012. Т. 182. С. 1301–1318. <http://ufn.ru/ru/articles/2012/12/c/>
  9. Бабецкий В. И. **Физика: геометрия пространства-времени и классическая механика** : Учебное пособие для вузов - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2021. - 285 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/472251>
  10. Бондарев Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: механика: Учебник для бакалавров. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2019. - 353 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/425487>

## 2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
2. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru> ;

5. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

6. механика в анимациях <http://physics.nad.ru/Physics/Cyrillic/mech.htm>

7. тесты по механике <http://physics.nad.ru/task3.html>

8. входной тест по механике <http://www.afportal.ru/physics/test/easy/2>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **– планы практических (семинарских) занятий**

1. Кинематика материальной точки.
2. Кинематика абсолютно твердого тела.
3. Второй закон Ньютона. Динамика материальной точки. Закон сохранения импульса.
4. Движение материальной точки и системы точек в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции.
5. Работа сил. Механическая энергия системы материальных точек и закон изменения энергии.
6. Динамика механической системы. Законы сохранения момента импульса, импульса и энергии.
7. Момент инерции твердого тела. Уравнения движения твердого тела.
8. Движение тел с переменной массой.
9. Теорема Кенига. Задача двух тел. Столкновения тел.
10. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Затухающие колебания.
11. Напряжения и деформации в твердом теле. Энергия упругих деформаций.
12. Основы гидро- и аэродинамики. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Барометрическая формула.

13. Кинематика специальной теории относительности. Преобразование Лоренца и их следствия.

14. Релятивистская динамика.

– **сборники задач:**

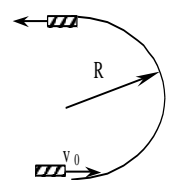
1. Сборник задач по общему курсу физики. Ч.1 Механика. Термодинамика и молекулярная физика. /Под ред. В.А. Овчинкина. М.: Физматкнига, 2002.-448 с.
2. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. СПб.: Лань, 2005.-288с.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Бинум, 2001. – 432с.
4. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 т. Кн. I. Механика / Под ред. И.А.Яковлева. М.: ФИЗМАТЛИТ; ЛАНЬ, 2006. - 240 с.

–  **типовые задания для семинарских занятий:**

1. Две частицы движутся с ускорением  $g$  в однородном поле тяжести. В начальный момент частицы находились в одной точке и имели скорости  $v_1 = 3.0 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 4.0 \text{ м/с}$ , направленные горизонтально и в противоположные стороны. Найти расстояние между частицами в момент, когда векторы их скоростей окажутся взаимно перпендикулярными.
2. Частица, пролетев по вертикали расстояние  $h$ , сталкивается с горизонтальной плоскостью тяжелой плиты, движущейся вверх со скоростью  $u$ . Найдите промежуток времени  $T$  между двумя последовательными столкновениями частицы с плитой.
3. Две частицы движутся по оси  $Ox$ . Проекция начальных скоростей частиц равны  $v_{1x} = 6 \text{ м/с}$  и  $v_{2x} = -4 \text{ м/с}$ . Проекция ускорений частиц  $a_{2x} = -a_{1x} = a$ ,  $a = 1 \text{ м/с}^2$ . Найдите минимальное значение начального расстояния между частицами  $s$ , при котором они не столкнутся.
4. Частица А движется в одну сторону по некоторой заданной траектории с тангенциальным ускорением  $w_\tau = a\tau$ , где  $a$  – постоянный вектор, совпадающий по направлению с осью  $x$ , а  $\tau$  – единичный вектор,

совпадающий по направлению с вектором скорости в данной точке. Найти зависимость от  $x$  скорости частицы, если в точке  $x = 0$  ее скорость пренебрежимо мала.

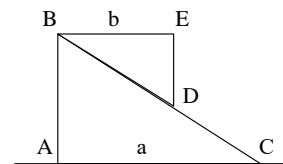
5. Частица начинает движение из начала координат так, что компоненты ее скорости в полярных координатах изменяются со временем по закону:  $v_r = ae^{kt}$ ,  $v_\tau = br$ , где  $a, b, k$  – постоянные величины. Определить закон движения и траекторию.
6. Шар радиуса  $r$  насажен на горизонтальную ось и катится по плоской поверхности со скоростью  $v$ , описывая окружность радиуса  $R$ . Определить полную угловую скорость шара и ее направление.
7. Кусок фанеры в форме равностороннего треугольника  $ABC$  движется в вертикальной плоскости. В некоторый момент времени сторона  $AC$  находится на вертикали. Скорость точки  $B$  направлена по горизонтали. Скорость точки  $A$  образует прямой угол с отрезком  $AK$ , перпендикулярным основанию треугольника. Модуль скорости  $v_A = v_0$ . Найдите модуль скорости  $v_C$ .
8. Груз массы  $m$  лежит на доске массы  $M$ . Коэффициент трения между доской и грузом  $\mu_1$ , а между доской и опорой  $\mu_2$ . По доске наносят горизонтальный удар, и она начинает двигаться с начальной скоростью  $u_0$ . Определите время  $t$ , через которое прекратится скольжение груза по доске.
9. Брусок скользит по гладкой поверхности со скоростью  $u_0$  и по касательной попадает в область, ограниченную забором в форме полуокружности. Определите время, через которое брусок покинет эту область. Радиус забора  $R$ , коэффициент трения скольжения бруска о поверхность забора  $\mu$ . Трением бруска о горизонтальную поверхность пренебречь, размеры бруска много меньше  $R$ .



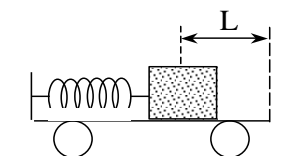
10. На экваторе на рельсах стоит пушка. Рельсы направлены с запада на восток, и пушка может двигаться по ним без трения. Пушка стреляет вертикально вверх. Какую скорость  $V$  будет иметь пушка после выстрела? Куда будет направлена эта скорость? Масса пушки  $M$ , масса снаряда  $m$ , длина ствола  $L$ .

11. Каков должен быть минимальный коэффициент трения  $\mu$  материала стенок куба о горизонтальную плоскость, чтобы его можно было опрокинуть через ребро горизонтальной силой  $F$ , приложенной к верхней грани? Чему должна быть равна эта сила? Масса куба  $m$ .

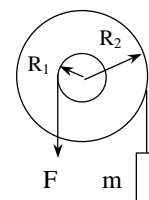
12. На прямоугольный клин  $ABC$  массы  $M$ , лежащий на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, положен подобный же, но меньший клин  $VED$  массы  $m$ . Определите, на какое расстояние  $x$  сместится влево большой клин, когда малый клин соскользнет вниз и займет такое положение, что точка  $D$  совместится с  $C$ . Длины катетов  $AC$  и  $BE$  равны соответственно  $a$  и  $b$ .



13. На покоящейся тележке массы  $M$  укреплена пружина жесткости  $k$ , которая находится в сжатом состоянии, соприкасаясь с покоящимся грузом массы  $m$ . Пружина сжата на расстояние  $x_0$  от равновесного положения, а расстояние от груза до правого открытого края тележки равно  $L$  (длина пружины в несжатом состоянии меньше  $L$ ). Пружину освобождают, и она выталкивает груз с тележки. Какова будет скорость  $v$  груза, когда он соскользнет с тележки? Коэффициент трения груза о тележку равен  $\alpha$ , трением тележки о поверхность пренебречь.

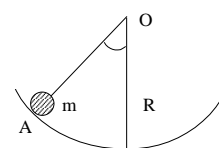


14. Найдите момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, проходящей через одну из вершин пластинки перпендикулярно ее плоскости, если стороны пластинки равны  $a$  и  $b$ , а ее масса  $m$ .





15. На ступенчатый блок намотаны в противоположных направлениях две нити. На конец одной нити действуют постоянной силой  $F$ , а к концу другой нити прикреплен груз массы  $m$ . Известны радиусы  $R_1$  и  $R_2$  блока и его момент инерции  $J$  относительно оси вращения. Трения нет. Найдите угловое ускорение блока.
16. Сплошному цилиндру радиуса  $R$  и массы  $m$  сообщено вращение вокруг его оси с угловой скоростью  $\omega$ . Вращающийся цилиндр кладут на горизонтальную плоскость и предоставляют самому себе. Он начинает двигаться по плоскости, причем коэффициент трения скольжения между цилиндром и плоскостью равен  $\mu$ . Определите, через какое время движение цилиндра перейдет в чистое качение без скольжения. Трением качения пренебречь.
17. На идеально гладкой горизонтальной поверхности лежит стержень длины  $L$  и массы  $M$ , который может скользить по этой поверхности без трения. В одну из точек стержня ударяет шарик массы  $m$ , движущийся перпендикулярно к стержню. На каком расстоянии  $x$  от середины стержня должен произойти удар, чтобы шарик передал стержню всю свою кинетическую энергию? При каком соотношении масс  $M$  и  $m$  это возможно? Удар считайте абсолютно упругим.
18. Тело вращения радиуса  $r$  с моментом инерции  $J$  и массой  $m$  катается без скольжения по внутренней поверхности цилиндра радиуса  $R$ , совершая малые колебания около положения равновесия. Найдите период этих колебаний.

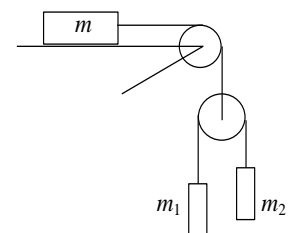


19. Известно, что средний период  $T$  обращения кометы Галлея вокруг Солнца равен 76 лет. Минимальное расстояние, на которое она приближается к Солнцу  $r_{\min} = 8,94 \cdot 10^7$  км. Каково максимальное удаление  $r_{\max}$  этой кометы от Солнца?

20. Может ли произойти ионизация атома  $^{133}\text{Cs}$  ударом атома  $^{16}\text{O}$  с энергией  $E_0 = 4$  эВ? Энергия ионизации  $E_1 = 3,9$  эВ.

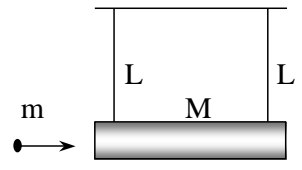
21. По каком закону должен изменяться расход топлива  $\mu(t)$ , чтобы в поле тяжести с напряженностью  $g$  ракета двигалась вертикально вверх с постоянным ускорением  $a$ ? Скорость истечения газов относительно ракеты постоянна и равна  $u$ .
22. На горизонтальной поверхности стола стоит цилиндрический сосуд, в который налита вода до уровня  $H$  (относительно поверхности стола). На какой высоте  $h$  относительно поверхности стола нужно сделать отверстие в боковой стенке сосуда, чтобы струя воды встречала поверхность стола как можно дальше от сосуда? Чему равно это расстояние.
23. Цилиндрический сосуд высотой  $h$  погружён в воду на глубину  $h_0$ . В дне сосуда площадью  $S$  появилось маленькое отверстие площадью  $\sigma$ . Определить время, через которое сосуд утонет.
24. Балка в форме параллелепипеда с площадью основания  $a \times a$  и высотой  $b$  поставлена на горизонтальную поверхность. Найти приращение объёма параллелепипеда  $\delta V$  после установления балки на бок. Масса балки  $m$ , модуль Юнга  $E$ , коэффициент Пуассона  $\mu$ . Деформации балки считать однородными.
25. Два пловца должны попасть из точки А на одном берегу реки в прямо противоположную точку В на другом берегу. Для этого один из них решил переплыть реку по прямой АВ, другой же – все время держать курс перпендикулярно к течению, а расстояние, на которое его снесет, пройти пешком по берегу со скоростью  $u$ . При каком значении  $u$  оба пловца достигнут точки В за одинаковое время, если скорость течения  $v_0 = 2,0$  км/ч и скорость каждого пловца относительно воды  $v' = 2,5$  км/ч?

26. В системе, показанной на рисунке, трения нет, массы блоков пренебрежимо малы. Найдите ускорение тела  $m_1$ .



27. Шайбу поместили на наклонную плоскость, составляющую угол  $\alpha = 10^\circ$  с горизонтом. Если шайбе сообщить некоторую начальную скорость вверх по плоскости, то она до остановки проходит путь  $s_1$ ; если же сообщить ту же начальную скорость вниз, то путь до остановки равен  $s_2$ . Найдите коэффициент трения  $\mu$ , зная, что  $s_2/s_1 = \eta = 4.0$ .

28. Летевшая горизонтально пуля массы  $m$  попала в тело массы  $M$ , которое подвешено на двух одинаковых нитях длины  $L$ , и застряла в нем. В результате нити отклонились на угол  $\vartheta$ . Считая  $m \ll M$ , найти а) скорость пули перед попаданием в тело; б) относительную долю первоначальной кинетической энергии пули, которая перешла во внутреннюю энергию.

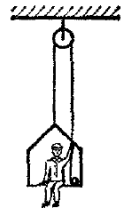


29. Определите начальную скорость метеоритов  $v_0$ , если максимальное прицельное расстояние, при котором они еще падают на Землю, равно  $b$ .

30. На вертикально расположенный резиновый жгут диаметра  $a_0$  насажено легкое стальное кольцо слегка меньшего диаметра  $a < a_0$ . Считая известным модуль Юнга  $E$  и коэффициент Пуассона  $\mu$  для резины, определить, с каким усилием  $F$  нужно растягивать жгут, чтобы кольцо с него соскочило. В расчетах весом резинового жгута пренебречь.

31. Тело начинает вращаться с угловым ускорением, равным  $0,04 \text{ с}^{-2}$ . Через какое время  $t$  после начала вращения полное ускорение произвольной точки тела будет направлено под углом  $76^\circ$  к вектору скорости этой точки?

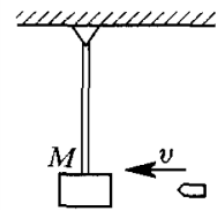
32. Маляр работает в подвесном кресле. Ему понадобилось срочно подняться наверх. Он принимается тянуть за верёвку с такой силой, что его давление на кресло уменьшается до 400 Н. Масса маляра 72 кг, масса кресла 12 кг. а) Чему равно ускорение маляра и кресла? б) Чему равна полная нагрузка на блок?



33. По поверхности вращающегося с угловой скоростью  $\omega$  диска из центра по радиусу начинает ползти жук. Расстояние от жука до оси вращения зависит от времени как  $r = bt^2$ . Определить ускорение жука как функцию времени.

34. Человек сидит на скамье Жуковского и вращается вместе с ней, совершая 30 об/мин. Момент инерции тела человека относительно оси вращения — около  $1,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . В вытянутых руках у человека две гири массой 3 кг каждая, расстояние между гирями 160 см. Как станет вращаться система, если человек опустит руки и расстояние между гирями станет равным 40 см? Момент инерции скамьи  $0,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; изменением момента инерции рук и трением пренебречь.

35. Баллистический маятник — это маятник, используемый для определения скорости снаряда. Принцип его действия заключается в том, что снаряд, скорость которого следует измерить, ударяется в тело маятника. Если известны условия удара и массы снаряда и маятника, то по углу отклонения маятника  $\alpha$  можно вычислить скорость  $v$  снаряда до удара. Показать, как это сделать для следующих различных случаев: 1) снаряд после удара застревает в маятнике; 2) снаряд отскакивает после удара со скоростью  $v'$  назад; 3) снаряд падает вниз, потеряв свою скорость. Масса маятника  $M$  и масса снаряда  $m$  известны; баллистический маятник можно рассматривать как математический длины  $l$ .



36. По каком закону должен изменяться расход топлива  $\mu(t)$ , чтобы в поле тяжести с напряженностью  $g$  ракета двигалась вертикально вверх с постоянным ускорением  $a$ ? Скорость истечения газов относительно ракеты постоянна и равна  $u$ .

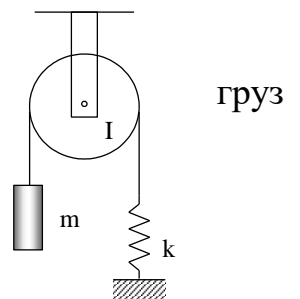
37. Известно, что средний период  $T$  обращения кометы Галлея вокруг Солнца равен 76 лет. Минимальное расстояние, на которое она приближается к

Солнцу  $r_{\min} = 8,94 \cdot 10^7$  км. Каково максимальное удаление  $r_{\max}$  этой кометы от Солнца?

38. Вычислить момент инерции  $I$  однородного диска массы  $m$  и радиусом  $R$  относительно оси вращения, проходящей по его диаметру.

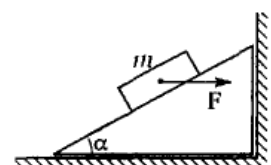
39. Вертикально висящая доска длины  $L$  и массы  $M$  может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через ее верхний конец. В нижний конец доски ударяет пуля массы  $m$ , летящая горизонтально с начальной скоростью  $v_0$ . Пуля пробивает доску и летит далее со скоростью  $v$ . Определите скорость  $v$ , если после выстрела доска стала колебаться с угловой амплитудой  $\alpha$ .

40. Через блок с моментом инерции  $J$  и радиусом  $R$  перекинута нить, к одному концу которой подвешен массы  $m$ . Другой конец нити привязан к пружине с закрепленным нижним концом. Найдите период колебаний груза. Коэффициент упругости пружины равен  $k$ , нить не скользит по блоку.



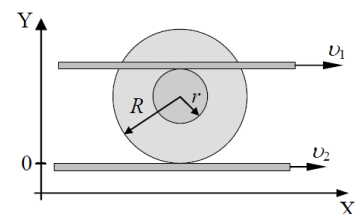
41. Точка движется по закону  $x = 2t$ ,  $y = t^2$ , где  $x, y$  даны в метрах, а время  $t$  в секундах. Найти радиус кривизны  $\rho$  траектории через две секунды после начала движения.

42. Призма находится на горизонтальной поверхности гладкого стола и упирается в гладкую стенку. На гладкую поверхность призмы, наклоненную под углом  $\alpha$  к горизонту, положили шайбу массой  $m$  и стали давить на неё с постоянной горизонтальной силой  $F$ . Найти силу давления призмы на стенку при движении шайбы вверх.



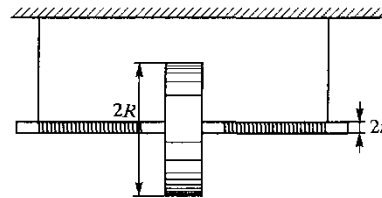
43. Горизонтальный диск радиуса  $R$  вращают с угловой скоростью  $\omega$  вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через его край. По краю диска равномерно относительно него движется частица массой  $m$ . В

- момент времени, когда она оказывается на максимальном расстоянии от оси вращения, сумма всех сил инерции  $\mathbf{F}_{ин}$ , действующих на частицу в системе отсчета, связанной с диском, обращается в ноль. Найти зависимость модуля силы  $F_{ин}$  от расстояния  $r$  от частицы до оси вращения.
44. Система состоит из двух одинаковых кубиков, каждый массы  $m$ , между которыми находится сжатая невесомая пружина жесткости  $\kappa$ . Кубики связаны нитью, которую в некоторый момент пережигают. Найти: 1) при каких значениях  $\Delta l$  – начальном сжатии пружины – нижний кубик подскочит после пережигания нити; 2) на какую высоту  $h$  поднимется центр тяжести этой системы, если сжатие пружины в начальном состоянии  $\Delta l = 7mg/\kappa$ .
45. Альфа-частица, летящая со скоростью  $v_0$ , упруго сталкивается с неподвижным ядром и летит под углом  $90^\circ$  к первоначальному направлению движения. При каком соотношении масс  $\alpha$ -частицы  $m$  и ядра  $M$  это возможно? Определите скорость  $\alpha$ -частицы  $v$  и ядра  $V$  после столкновения, а также угол  $\theta$  между направлением скорости вылетающего ядра и первоначальным направлением движения  $\alpha$ -частицы
46. Ракета массой  $M = 6000$  кг установлена для запуска по вертикали. При скорости истечения газов  $u = 1000$  м/с найти количество газа  $\mu$ , которое должно быть выброшено за 1 с, чтобы обеспечить тягу, достаточную, чтобы сообщить ракете начальное ускорение вверх, равное  $a = 2g = 19,6$  м/с<sup>2</sup>
47. Найти момент инерции прямоугольной однородной пластины размерами  $a \times b$  относительно оси, проходящей через геометрический центр пластины под углом  $\alpha$  к ее плоскости.
48. Две параллельные рейки движутся в одну сторону с постоянными скоростями  $v_1$  и  $v_2$  относительно лабораторной системы отсчета OXY. Между рейками зажата

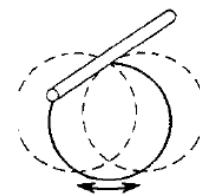


катушка с радиусами  $R$  и  $r$ , которая движется вдоль реек без проскальзывания. Найти координату  $y_M$  мгновенной оси вращения, угловую скорость вращения  $\omega$  катушки и скорость  $u$  ее оси.

49. На валик радиуса  $r$  наглухо насажен диск радиуса  $R$  и массы  $M$ . Валик и диск сделаны из одного материала, причем выступающие из диска части оси имеют массу  $m$ . К валику прикреплены нити одинаковой длины, при помощи которых прибор подвешивается к штативу. На валик симметрично наматываются нити в один ряд, благодаря чему диск поднимается. Затем диску предоставляют возможность свободно опускаться. Найти ускорение, с которым опускается диск.



50. Кольцо из тонкой проволоки совершает малые колебания, как маятник около горизонтальной оси. Ось перпендикулярна плоскости кольца. Найти период колебаний.



**– методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:**

1. Изучить рекомендуемую литературу.
2. Просмотреть задачи, разобранные на аудиторных занятиях.
3. Разобрать задачи, рекомендованные преподавателем для самостоятельного решения, используя, при необходимости, примеры решения аналогичных задач.
4. Обсудить проблемы, возникшие при решении задач с преподавателем.

**Требования к рейтинг-контролю.** В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,
- 2) ответить на теоретические вопросы. Примеры вопросов:

1. В каком случае вектор угловой скорости сонаправлен с вектором углового ускорения? Приведите примеры.
2. Поясните причину возникновения момента силы трения качения. Какой из двух цилиндров легче катить: большего или меньшего радиуса (массы одинаковы)? Почему?
3. Сформулируйте условие сохранения момента импульса материальной точки (системы материальных точек). Может ли сохраняться только одна компонента импульса?
4. Верны ли следующие утверждения? 1. Результирующая сила равна нулю, следовательно, момент импульса сохраняется. 2. Импульс тела не сохраняется, следовательно, и момент импульса не сохраняется.
5. Объясните причину возникновения явления заноса.
6. Эффект застоя и заклинивания. Поясните. Приведите примеры.
7. Гироскоп. Дайте определение. Гироскопический эффект. Объясните. Приведите примеры.
8. Диаграмма растяжения. Схематически изобразить и пояснить.
9. Дайте определение модулю Юнга. Каков его физический смысл? В каких единицах он измеряется? Какие значения может принимать?
10. Логарифмический декремент затухания. Добротность колебательного контура.
11. Параметрические колебания. Автоколебания примеры.

**– вопросы к экзамену:**

1. Декартова система координат, полярная и цилиндрическая системы координат.
2. Скорость и ускорение. Дайте общее определение.
3. Нормальное и тангенциальное ускорения точки. Напишите формулы, покажите направления скорости и ускорения относительно траектории точки.
4. Угловая скорость, угловое ускорение. Дайте определение.



5. Закон сложения скоростей и ускорений. Напишите формулы.
6. Принцип относительности Галилея. Сформулируйте.
7. Дайте определение инерциальной системе координат.
8. Три закона Ньютона. Сформулируйте.
9. Импульс материальной точки, системы материальных точек. Запишите формулы.
10. Момент импульса материальной точки, системы материальных точек. Запишите формулы.
11. Силы в механике. Дайте определение.
12. Потенциальные силы, консервативные силы. Дайте определения.
13. Гироскопические силы, диссипативные силы. Дайте определения. Приведите примеры.
14. Момент силы. Дайте определение. Приведите схематичный рисунок, поясняющий определение.
15. Пара сил. Момент пары сил.
16. Сформулируйте закон изменения импульса системы материальных точек. Напишите формулу.
17. Дайте определение импульса силы. Запишите формулу.
18. В каком случае импульс системы материальных точек сохраняется?
19. Дайте определения системы центра инерции. Запишите формулу для радиус-вектора центра масс.
20. Работа силы. Запишите формулу.
21. Мощность силы. Определение.
22. Кинетическая энергия материальной точки.
23. Запишите уравнение Мещерского.
24. Силы инерции. Приведите примеры.
25. Момент количества движения (момент импульса) материальной точки. Запишите формулу.
26. Запишите закон изменения момента импульса материальной точки.

27. Теорема об изменении кинетической энергии. Сформулируйте и запишите формулу.
28. Полная механическая энергия. Дайте определение.
29. Кинетическая энергия абсолютно твердого тела (АТТ). Формула.
30. Момент импульса АТТ. Формула.
31. Момент инерции АТТ. Формула.
32. Уравнение вращательного движения АТТ. Записать его также в частном случае плоскопараллельного движения.
33. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Формула.
34. Центральное поле.
35. Напряженность гравитационного поля и теорема Гаусса.
36. Задача Кеплера. Формулировка. Возможные траектории движения.
37. Законы Кеплера. Сформулировать.
38. Космические скорости.
39. Задача двух тел. Её решение.
40. Гармонические колебания.
41. Физический и математический маятники.
42. Вынужденные колебания. Резонанс.
43. Понятие сплошной среды. Физически бесконечно малый объем.
44. Деформации. Определение. Упругие и пластические деформации.
45. Сформулировать закон Гука.
46. Что называют модулем Юнга.
47. Коэффициент Пуассона.
48. Деформация однородного сдвига. Модуль сдвига.
49. Что такое идеальная жидкость?
50. Линии тока.
51. Уравнение Эйлера. Интеграл Коши.
52. Уравнение Бернулли.
53. Ламинарное и турбулентное движения.
54. Что такое число Рейнольдса? Каков его физический смысл?

55. Парадокс Даламбера.
56. Эффект Магнуса.
57. Принцип относительности Эйнштейна (постулаты СТО).
58. Записать преобразования Лоренца для координат и времени.
59. Записать выражения для лоренцева сокращения длины.
60. Связь собственного времени и времени в лабораторной системе координат.
61. Записать выражения для импульса, полной энергии и энергии покоя релятивистской частицы.
62. Что является релятивистским инвариантом при движении частицы массой  $m$ , имеющий импульс  $\mathbf{P}$  и энергию  $E$ ?
63. Мир Минковского. Понятие интервала.
64. Четырехвекторы. Четырехскорость и ускорение.
65. Релятивистское уравнение движения.

**– темы рефератов:**

1. Связь законов сохранения со свойствами пространства и времени. Теорема Эмми Нетер.
2. Вариационные принципы в механике.
3. Силы инерции в природе.
4. Современные экспериментальные подтверждения основ СТО.
5. Теория гироскопа. Применение гироскопов в науке и технике.