

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕХАНИКА

Методические указания по выполнению практических работ

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Фундаментальная и прикладная физика»

**Ставрополь
2026**

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность Механика – стартовый раздел курса «Общей физики» преподаваемого в рамках подготовки бакалавров по специальности 03.03.02 Физика. Механика рассматривает наиболее простые виды движения материи – движения одних тел относительно других с течением времени. За кажущейся простотой объекта изучения скрывается фундаментальность ее представлений и моделей. В курсе «Механика» рассматриваются основные модели тел, применяемых в механике: материальная точка, твердое тело, несжимаемая жидкость. Курс разделен на два больших раздела: Механика материальной точки, включающий в себя основы специальной теории относительности, и Механика сплошных сред. В рамках последнего рассматриваются вопросы механики твёрдого тела, механики жидкости и газа, а также колебательные и волновые процессы.

В соответствии с современной концепцией образования и ФГОС ВО на самостоятельную работу отводится не менее 50% учебного времени. В соответствии с учебным планом эта цифра составляет %. Целенаправленная самостоятельная работа позволяет студенту добиться высоких результатов в ходе освоения дисциплины и тем самым существенно развить свои компетенции в области физики в целом.

Настоящее пособие предназначено для оказания помощи студенту в процессе организации самостоятельной работы. В нем изложен рекомендуемый план выполнения самостоятельной работы. Указаны основные и дополнительные источники информации, позволяющие получить полные и достоверные знания, отражающие современные представления в области физики.

Целью практических занятий является формирование профессиональных компетенций бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, связанных со способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории ошибок;
- овладение навыками работы с простейшими измерительными приборами (штангенциркуль, микрометр, сферометр, технические и электронные весы, оптический микроскоп, электроизмерительные приборы),
- овладение методами статистической обработки результатов эксперимента и их наглядного представления.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

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

ИД-2 УК-1 осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации

ИД-3 УК-1 определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения

ПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики и математики для постановки и решения научно-исследовательских и прикладных задач в своей профессиональной деятельности

ИД-1 ПК-1 способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования

Цель данного практикума – описание последовательности, основного содержания, методики выполнения лабораторных занятий по учебному курсу и (или) самостоятельной подготовки к ним. Занятия проводятся в форме лабораторной работы.

Занятие 1. Кинематика материальной точки (4 ч).

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области кинематики, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Способы описания движения в классической механике.
2. Закон движения.
3. Принцип относительности Галилея и преобразование координат.
4. Кинематические характеристики движения.
5. Сложение движений.

Задачи для решения на занятии

% Базовый уровень

[★]

№[12] № 1.11, 1.15, 1.24, 1.28,

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. По первому вопросу необходимо изучить понятие движения в механике, усвоить его

относительность[1 § 2]. Второй вопрос предполагает рассмотрение математической модели механического движения[1 § 2]. В третьем вопросе студенты должны понять принцип относительности движения в классической механике и научиться производить преобразование координат при смене системы отсчета[1 § 1]. Четвертый вопрос рассматривается с позиции второго и третьего. Здесь необходимо ввести кинематические характеристики движения, установить связь между ними, а также разобраться с их преобразованиями при переходе от одной системы отсчета к другой[1 § 3]. При рассмотрении пятого вопроса необходимо еще раз уяснить модельность представлений в физике и изучить простейшие виды механических движений, а затем их суперпозиции[1 §§ 4-6].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Что такое материальная точка?
2. До какого предела может увеличиваться ускорение движения по наклонной плоскости по мере увеличения ее наклона.
3. Может ли скорость изменять только направление при постоянном ускорении?
4. Может ли иметь тело вектор скорости $\vec{v}=0$ и в то же время двигаться ускоренно?
5. Может ли тело иметь постоянную по величине скорость при изменяющемся векторе скорости?
6. Известно, что материальная точка движется с постоянным ускорением $\vec{a} = const$. Что необходимо знать дополнительно, чтобы записать закон движения материальной точки? В каком случае движение материальной точки прямолинейно?
7. Колесо радиуса R вращается против часовой стрелки с постоянной угловой скоростью ω . Укажите величину и направление вектора

нормального и тангенциального ускорений для точки, находящейся на ободе колеса. Какой путь прошла точка? Каково ее перемещение? Чему равно значение вектора средней скорости и среднее значение вектора скорости, если колесо сделало полоборота, один оборот?

8. Каков характер движения материальной точки, если закон движения в СИ имеет вид:

1. $x(t) = 5 + 3t$;

2. $x(t) = 5 + 3t + 2t^2$;

3. $x(t) = 5\sin(\pi t)$;

Как изменяются скорость и ускорение в зависимости от времени? Нарисуйте графики зависимостей $a(t), v(t), x(t)$.

9. Показать, что при $\vec{a} = \text{const}$ траектория движения является плоской кривой. Как рационально выбрать ось координат в этом случае?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.33, 1.36, 1.45, 1.51, 1.57.

№ [13] № 1.3, 1.7, 1.10, 1.16, 1.22, 1.30, 1.32, 1.34, 1.40, 1.44, 1.46, 1.51, 1.54, 1.57, 1.59.

Занятие 2. Динамика материальной точки (4 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики материальной точки, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Масса, импульс и сила в механике Ньютона.
2. Законы Ньютона.
3. Уравнение движения. Начальные условия.
4. Законы описывающие индивидуальные свойства сил. Закон всемирного тяготения.
5. Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► [12] № 1.63, 1.65, 1.76, [13] № 2.2, 2.5, 2.6, 2.8

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. Первый вопрос предлагает уяснение понятия массы, как меры инертности тела. Рассмотрев понятие массы студенты должны логически перейти к импульсу, как характеристике движения, а также к силе, как к причине побуждающей изменение импульса тела при движении[1 §§ 9-10]. Во втором вопросе необходимо рассмотреть предпосылки возникновения законов Ньютона, привести их словесные и математические формулировки[1 §§ 10-12]. Третий вопрос предполагает рассмотрение второго закона Ньютона, как дифференциального уравнения

движения материальной точки. Студенты должны уяснить, что решением этого уравнения будет закон движения материальной точки. Здесь же необходимо разъяснить механизм влияния начальных условий на конкретный вид закона движения[1 § 11]. В четвертом вопросе рассматриваются индивидуальные свойства сил, наиболее часто встречающихся в механике, таких как силы нормального давления, натяжения, а также силы тяготения. Студенты должны привести формулы описывающие свойства этих сил[1 § 13]. Пятый вопрос - суть частный случай предыдущего вопроса. Здесь студенты рассматривают природу сил трения. Они указать на независимость сил сухого трения от скорости движения, от площади тела. Записать закон Амонтона-Кулона. Описать свойства сил трения качения[1 § 17; 2 §§ 53-56].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Визуальные наблюдения, проведенные за спутниками и ракетносителями, показали, что последние, несмотря на свою не обтекаемую форму, обращаются вокруг Земли быстрее, чем спутники. Почему?
2. Почему бегущий человек, стремясь быстро и круто обогнуть столб или дерево, обхватывает его рукой?
3. Почему сосиски при варке лопаются обычно вдоль, а не поперек?
4. Почему парашют бесполезен при падении с малой высоты?
5. Оцените время упругого соударения двух одинаковых металлических шаров.
6. Почему пуля, вылетевшая из ружья, не может отворить дверь, но пробивает в ней отверстие, тогда как давлением пальца открыть дверь легко, но проделать отверстие невозможно?
7. Через неподвижный блок перекинута веревка. На одном конце веревки, держась руками, весит человек, на другом -- груз. Вес груза равен весу

человека. Что произойдет, если человек будет на руках подтягиваться вверх по веревке?

8. В каких физических задачах можно считать инерциальной систему отсчета, связанную с Землей?

9. Можно ли в качестве эталона массы выбрать массу какой-либо элементарной частицы? Почему такой эталон менее удобен, чем принятые в настоящее время эталоны длины и времени, связанные с атомными процессами?

10. Всегда ли справедлив третий закон Ньютона? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.86, 1.98, 1.105.

№ [13] № 2.13, 2.19, 2.29, 2.31, 2.33, 2.43, 2.46, 2.50, 2.53.

Занятие 3. Законы сохранения (4 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний об одних из наиболее общих законов природы -- законов сохранения, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Закон сохранения и изменения импульса материальной точки и системы материальных точек.
2. Консервативные силы. Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки и системы материальных точек.
3. Закон сохранения механической энергии системы. Теорема о движении центра масс.
4. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

% Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► [12] № 1.126, 1.130, 1.132, 1.137, 1.140; [13] № 2.35, 2.38, 2.39, 2.59, 2.68.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. Законы сохранения являются одними из фундаментальных законов природы. При рассмотрении вопросов и задач этой темы студенты должны уделить большое внимание каждому вопросу. Необходимо максимально полно и подробно рассмотреть каждый из них. В ответе на первый вопрос студент должен произвести вывод закона сохранения и изменения импульса на основе второго закона Ньютона, причем произвести вывод этого закона как для уединенной материальной точки, так и для системы материальных точек[1 §§ 18-22]. Второй вопрос предполагает классификацию сил природы. Здесь особое внимание уделяется консервативным силам. Здесь необходимо найти энергию движущегося тела и энергию взаимодействия тел в поле центральных сил[1 §§ 24-25]. В третьем вопросе нужно произвести вывод закона сохранения полной механической энергии системы материальных точек, как один из фундаментальных законов природы. В этом же вопросе рассматривается частный случай этого закона -- теорема о движении центра масс[1 § 23]. В четвертом вопросе рассматриваются одна из задач на законы сохранения -- движение тела

переменной массы. Студенты должны записать закон сохранения импульса для ракеты, а затем записать и пояснить уравнение Мещерского. После этого нужно указать на одно частное решение этого уравнения -- формулу Циолковского[1 § 21].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Можно ли применять закон сохранения импульса и к процессу столкновения и движения:
 - a. пушечных ядер в воздухе?
 - b. бильярдных шаров на гладком столе?
2. Какова связь между кинетической энергией материальной точки и работой, приложенных к точке сил? Как связана потенциальная энергия материальной точки с работой консервативных сил?
3. Работа силы, действующей на материальную точку, на любом пути равна нулю. Что можно сказать о взаимном направлении силы и скорости материальной точки?
4. Какую работу надо совершить, чтобы тонкий столб ℓ массой m перевести из горизонтального положения в вертикальное?
5. Пассажир давит на переднюю стенку вагона поезда с силой $\vec{F}$. Совершает ли эта сила работу?
6. Тело брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . На какой высоте его кинетическая энергия будет равна потенциальной?
7. Может ли совершать работу сила трения покоя?
8. Метеорит сгорает в атмосфере, не достигая поверхности Земли. Что происходит при этом с его импульсом?
9. Как будут двигаться два одинаковых шарика после центрального упругого удара в отсутствие внешних сил, если один из них до удара покоился?

10. Шар массой m_1 , летящий со скоростью v_1 , испытывает нелобовое упругое соударение с покоящимся шаром массой m_2 . Какие скорости будут иметь шары после удара?
11. Запишите основное уравнение динамики для тела с переменной массой $m(f)$, например, $m = m_0 - \mu t$. Как зависят ускорение и скорость такого тела от времени?
12. Артиллерийский снаряд, запущенный со скоростью U_0 под углом α_0 к горизонту, разрывается в воздухе. Как движется центр масс осколков?
13. Пушка стоит на подвижной платформе. Ствол оружия направлен под углом α к поверхности Земли. Сохранится ли полный импульс системы после выстрела?
14. Две одинаковые тележки, на которых находятся два одинаковых дворника, движутся по горизонтали с одинаковыми скоростями параллельно друг другу. В некоторый момент времени на тележки начинает падать снег равномерным потоком. Дворник, стоящий на одной из тележек, сбрасывает снег все время в бок, а на другой тележке дворник спит. Какая из тележек быстрее пройдет одно и то же расстояние?
15. Многоступенчатая и одноступенчатая ракеты имеют одинаковую начальную массу и одинаковый запас горючего. У какой ракеты конечная скорость будет больше? Почему?
16. Сформулируйте три закона И. Кеплера. Дайте определение секториальной скорости и назовите ее размерность.
17. При каких условиях материальная точка в ускорительном поле движется по окружности, эллипсу, параболе, гиперболе?
18. Назовите известные вам космические скорости и обоснуйте их значение.
19. Закон всемирного тяготения Ньютона описывает взаимодействия двух материальных точек с массами m_1 и m_2 . Как с его помощью можно рассчитать силу взаимодействия тел конечных размеров?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.142, 1.148, 1.153, 1.157, 1.173, 1.256, 1.270.

№ [13] № 2.76, 2.80, 2.84, 2.87, 2.92, 2.16, 2.17, 2.103, 4.23, 4.27, 4.31.

Занятие 4. Неинерциальные системы отсчета (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики материальной точки в неинерциальных системах отсчета, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета.
Преобразование ускорений в классической механике.

2. Силы инерции при произвольном ускоренном движении системы.

3. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции.

% Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

% Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► № 1.107, 1.111, 1.113

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. В первом вопросе на примере преобразования ускорений необходимо рассмотреть различие между движением материальной точки в инерциальной и неинерциальной системе отсчета. Показать факт того, что в неинерциальной системе отсчета при произвольном движении возникают дополнительные ускорения, связанные с движением системы отсчета и тела в ней[1 § 63]. Рассмотрение второго вопроса предполагает, что студент должен написать уравнение второго закона Ньютона в неинерциальной системе отсчета при произвольном движении тела. Здесь необходимо указать на тот факт, что для сохранения формы этого закона нужно ввести дополнительные силы -- силы инерции[1 § 64]. В третьем вопросе нужно рассмотреть частные случаи сил инерции -- переносные, кориолисовы, а также центробежные силы инерции. Необходимо указать на те случаи, когда имеют место эти силы, а также рассмотреть их свойства и примеры проявления[1 §§ 67-70].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Чему равна центростремительная сила, действующая на лежащее на поверхности Земли тело, вращающееся вместе с Землей?

2. Автомобиль делает резкий поворот. Пассажир, сидящий у правой стенки оказался прижатым к ней. В какую сторону сделал поворот автомобиль?
3. На повороте мотоциклисты, велосипедисты, бегуны наклоняются в сторону поворота. Зачем?
4. Как изменится модуль центробежной силы инерции, если скорость вращения системы отсчета увеличить в n раз?
5. Может ли сила Кориолиса изменить скорость частицы?
6. Чему равна сила Кориолиса в случае, когда скорость частицы параллельна оси вращения системы?
7. Вращение Земли приводит к отталкиванию свободно падающих тел от направления отвеса. В какую сторону происходит это отклонение?
8. Объясните влияние сил Кориолиса на движение рек в северном и южном полушариях (рассмотрите движение рек, текущих по параллелям и меридианам).

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.108, 1.110, 1.112, 1.114.

%№ [13] № 2.35, 2.38, 2.39, 2.59, 2.68, 2.76, 2.80, 2.84, 2.87, 2.92, 2.16, 2.17, 2.103, 4.23, 4.27, 4.31.

Занятие 5. Основы специальной теории относительности. Релятивистское уравнение движения (4 ч) .

Цель занятия: Формирование понятий о фундаментальных свойствах пространства-времени. Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики материальной точки при релятивистских движениях, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных

физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Принцип относительности и постулат постоянства скорости света.
2. Пространство и время в теории относительности.
3. Преобразования Лоренца и их следствия. Сложение скоростей.
4. Импульс и скорость. Соотношение между массой и энергией.

% Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► № 1.398, 1.406, 1.412, 1.405.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. Вопросы, относящиеся к теории относительности имеют повышенный уровень сложности, но при этом обладают огромным значением для понимания фундаментальных свойств природы. В связи с этим студент должен уделить этим вопросам большое внимание. Для хорошего усвоения этой темы необходимо обратиться к большому количеству литературы. Основной рекомендуемой для подготовки

к этому занятию литературой являются классические учебники [2 §§ 11-17]. Первый и второй вопросы предполагают формирование понятийного аппарата и получение основных экспериментальных фактов и теоретических гипотез, приведших к созданию специальной теории относительности. Здесь также следует изучить литературу повышенного уровня сложности [Сивухин 4]. Практические занятия в связи с ограниченностью во времени не позволяют произвести вывод преобразований Лоренца, поэтому студент должен произвести их самостоятельно, а на занятии достаточно знания их формульного вида. Это же относится и к формулам сложения скоростей. Четвертый вопрос предполагает знание релятивистского импульса частиц. Здесь же необходимо знать релятивистское соотношение между массой и энергией. Студент также должен указать на факт связи и единства массы и энергии частицы.

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Какие постулаты лежат в основе специальной теории относительности?
2. Сформулируйте постулаты, на которых базируется принцип относительности Галилея.
3. Какие допущения делаются по поводу синхронизации часов в классической физике?
4. Как связаны друг с другом преобразования Галилея и преобразования Лоренца?
5. Что означает псевдоевклидовость пространства-времени?
6. Какие вы знаете инвариантные величины?
7. В чем заключается проблема одновременности в релятивистской физике? Опишите способ синхронизации часов, предложенный Эйнштейном. Какие допущения делаются в этом случае?

8. В классической физике из преобразований Галилея следует инвариантность длин отрезков и промежутков времени в различных системах отсчета. Сохраняется ли эта инвариантность в релятивистской физике?
9. Как вводятся в релятивистской динамике понятия импульса и энергии тела?
10. Инвариантен ли второй закон Ньютона, записанный в форме $\vec{f} = m\vec{a}$, относительно преобразований Лоренца?
11. Исходя из основного уравнения релятивистской динамики, найти: а) в каких случаях ускорение частицы совпадает по направлению с действующей на нее силой; б) коэффициенты пропорциональности между силой $\vec{F}$ и ускорением $\vec{a}$ в тех случаях, когда $\vec{F} \perp \vec{a}$, $\vec{F} \parallel \vec{a}$, $\vec{v}$ -- скорость частицы.
12. Какую работу надо совершить, чтобы изменить скорость релятивистской частицы от значения v_1 до значения v_2 ?
13. Найти скорость частицы, при которой ее кинетическая энергия равна энергии покоя.
14. Напишите формулу, выражающую энергию частицы через ее импульс. Что характерно для частиц с нулевой массой?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.403, 1.415, 1.425, 1.432, 1.434, 1.440.

№ [13] № 5.3, 5.5, 5.8, 5.11, 5.13, 5.18, 5.26, 5.32, 5.36, 5.42.

Занятие 6. Кинематика абсолютно твердого тела (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области кинематики абсолютно твердого тела, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей

профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Степени свободы абсолютно твердого тела. Углы Эйлера
2. Разложение движения на слагаемые.
3. Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела.
Мгновенная ось вращения.

% Импульс и скорость. Соотношение между массой и энергией.

% Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► № 1.277, 1.280, 1.284, 1.287.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. В первом вопросе студент должен раскрыть понятие степеней свободы твердого тела и рассмотреть различные случаи движения твердого тела. Здесь же нужно ввести понятие об

углах Эйлера[1 §§ 44-47]. При рассмотрении второго вопроса студенты должны привести примеры того, что любое сложное движение можно представить, как суперпозицию более простых -- поступательного и вращательного[1 § 47]. В третьем вопросе нужно рассмотреть основные виды движений твердого тела. Ввести понятие мгновенной оси вращения. В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Движение тела с неподвижной осью задано уравнением $\varphi = 2\pi(6t - 3t^2)$ все величины приведены в СИ. Начало движения при $t=0$. Сколько оборотов сделает тело до момента изменения направления вращения?
2. Колесо радиуса R катится без скольжения по горизонтальной дороге со скоростью v_0 . Найдите горизонтальную компоненту v_x линейной скорости произвольной точки на ободе колеса, вертикальную компоненту v_y этой скорости и модуль полной скорости для этой же точки. Найдите значение угла α между вектором полной скорости точек на ободе колеса и направлением поступательного движения его оси.
3. Колесо радиуса r катится по горизонтальной плоскости без скольжения с угловой скоростью ω . Как изменяются координаты x и y точки находящейся на ободе колеса? Нарисуйте траекторию движения этой точки.
4. Дайте определение числа степеней свободы. Каково число степеней свободы твердого тела в самом общем случае?
5. Дайте определение вектора угловой скорости твердого тела.

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.278, 1.281, 1.283, 1.285.

№ [13] № 3.3, 3.7, 3.12, 3.15, 3.18.

Занятие 7. Динамика абсолютно твердого тела (4 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики твердого тела, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Момент силы. Момент импульса тела.
2. Тензор инерции и его главные и центральные оси.
3. Момент импульса относительно оси.
4. Уравнение моментов.
5. Закон сохранения момента импульса.

Задачи для решения на занятии

► № 1.288, 1.313, 1.314, 1.321, 1.325, 1.340.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. В первом вопросе студент должен уяснить недостаточность понятия силы для описания воздействия на твердое тело, а также недостаточность понятия импульса для описания движения твердого тела [1 § 30]. Во втором вопросе необходимо рассмотреть понятие тензора инерции, как аналога параметра, характеризующего инерцию твердого тела при вращении [1 § 53]. Третий вопрос предполагает введение момента импульса твердого тела относительно оси, как частного случая момента импульса твердого тела для случая движения вдоль одной оси, либо мгновенной оси [1 § 53]. В ответе на четвертый вопрос студенты должны показать, что второй закон Ньютона, применявшийся для описания динамики материальной точки, не подходит для описания движения твердого тела [1 § 45]. Пятый вопрос предполагает рассмотрение одного из фундаментальных законов природы -- закона сохранения момента импульса [1 § 31].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Что называют моментом импульса? Определить момент импульса материальной точки относительно центра O , если она: а) совершает движение по окружности с постоянной скоростью v ; б) движется прямолинейно и равномерно со скоростью $\vec{v}$.
2. Как связано изменение момента импульса тела с моментом силы, действующей на тело?
3. При каких условиях момент импульса тела остается неизменным?
4. Некоторая планета движется в поле тяготения Солнца по эллипсоидальной траектории. Относительно какой точки

- гелиоцентрической системы отсчета момент импульса планеты будет сохраняться во времени? Будет ли при этом сохраняться импульс планеты?
5. Две материальные точки взаимодействуют с силой $\vec{F}$, подчиняющейся третьему закону Ньютона. Определите полный момент силы относительно некоторого центра O .
 6. Два цилиндра, сплошной и полый, одинаковой массы и радиуса, вращаются вокруг оси, совпадающей с осью симметрии, с угловой скоростью ω . Как необходимо приложить силы, чтобы цилиндры остановились? Какой цилиндр остановить труднее?
 7. Цилиндр массой m и радиуса r вращается вокруг оси, совпадающей с осью симметрии, с угловой скоростью ω . Чему равен его импульс? Чему равна энергия, если центр масс вращающегося цилиндра начнет двигаться с постоянной скоростью v ?
 8. Два шара с радиусами R_1 и R_2 ($R_1 \gg R_2$) скатываются с наклонной плоскости. Можно ли использовать модель материальной точки для описания движения какого-либо из этих шаров?
 9. В каком случае кинетическая энергия вращающегося тела определяется формулой $\frac{I\omega^2}{2}$?
 10. Фигурист выполняет фигуру -- вращение вокруг своей оси. Как изменится его угловая скорость, если он переведет руки из положения «в сторону» в положение «вниз»? Изменится ли его кинетическая энергия?
 11. Как изменится угловая скорость и кинетическая энергия системы, если человек, стоящий на вращающемся диске, начнет двигаться по нему с постоянной скоростью вдоль радиуса или вдоль окружности радиуса r ?
 12. Что происходит с угловой скоростью прецессии гироскопа при уменьшении скорости вращения гироскопа вокруг его оси?

№ *Задачи для самостоятельного решения*

№ [12] № 1.287, 1.297, 1.300, 1.313, 1.315, 1.317, 1.320, 1.322, 1.324, 1.326, 1.341.

№ [13] № 3.22, 3.25, 3.27, 3.30, 3.32, 3.36, 3.40, 3.45, 3.48, 3.52.

Занятие 8. Механика деформируемого тела (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области механики твердого деформируемого тела, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Виды деформаций (сдвиг, кручение, изгиб) и их количественная характеристика.

2. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.

3. Энергия упругих деформаций.

% Уравнение моментов.

% Закон сохранения момента импульса.

Задачи для решения на занятии

► № 1.350, 1.354, 1.357, 1.360.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. Ответ на первый вопрос предполагает, что студент должен указать на факт того, что при любых внешних воздействиях реальное твердое тело деформируется, т.е. изменяет свои линейные размеры и форму. Здесь необходимо рассмотреть наиболее простые виды деформации, а затем показать, что более сложные деформации могут быть сведены к элементарным. Также при ответе на этот вопрос необходимо ввести количественные характеристики деформации. Во втором вопросе рассматриваются малые деформации твердых тел, их численные характеристики, также закон Гука, описывающий силы, возникающие при таких деформациях. В третьем вопросе студент должен указать на тот факт, что для деформирования твердого тела необходимо совершить работу, а значит деформированное тело обладает энергией. Необходимо указать формулы позволяющие определить эту энергию, а также указать на свойства графиков деформаций.

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Что называют энергией упругой деформации?
2. Вычислите упругую энергию растянутого стержня.
3. Какая связь существует между модулями сдвига и Юнга?

4. Найдите относительное удлинение вертикального стержня под действием собственного веса P . Площадь поперечного сечения стержня равна S .
5. Упругий стержень массы m , длины l и площади поперечного сечения S движется в продольном направлении с ускорением a (одинаковым для всех точек стержня). Найти упругую энергию деформации, возникающую вследствие ускоренного движения.
6. Определите жесткость k системы двух пружин при последовательном и параллельном их соединении.
7. Тонкий стержень одним концом закреплен, к другому концу приложен момент силы $M = 1 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Определить угол φ закручивания стержня, если постоянная кручения $c = 120 \text{ кН} \cdot \text{м/рад}$.

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.349, 1.355, 1.358, 1.361, 1.364.

№ [13] № 4.39, 4.48, 4.56, 4.65.

Занятие 9. Механика жидкостей и газов (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области механики жидкостей и газов, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики.
2. Барометрическая формула.
3. Закон Архимеда. Условия устойчивого плавания тел.
4. Уравнение Бернулли.

% Вязкость жидкости. Течение вязкой жидкости по трубе.

% Формула Пуазейля.

Задачи для решения на занятии

► № 1.373, 1.375, 1.391, 1.393.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. При рассмотрении первого вопроса студент должен понять основные свойства жидкостей в отсутствии движения [1 § 89]. Второй и третий вопросы рассматривают эффект влияния внешних силовых полей на свойства жидкостей и газов. При ответе на второй вопрос студент должен привести основные предпосылки и конечный вид барометрической формулы [1 § 92]. В третьем вопросе рассматривается реакция жидкости на внедрение в ее объем постороннего тела. Здесь необходимо привести лишь конечный вид формулы описывающей закон

Архимеда, однако при рассмотрении плавания тел необходимо провести анализ условий устойчивого плавания судов, остойчивость [1 § 91]. При рассмотрении четвертого вопроса необходимо разобраться с различием свойств покоящейся и движущейся жидкости и ввести уравнение Бернулли, как частный случай закона сохранения энергии [1 §§ 94-95].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Какие общие свойства жидкостей и газов позволяет использовать единые законы для описания их поведения?
2. Тело полностью погружено в жидкость. Как различаются величины давления, действующего на боковую, нижнюю и верхнюю поверхности тела, если действием силы тяжести на жидкость можно пренебречь?
3. Тело погружено в жидкость. Какова природа силы Архимеда, действующей на тело? В какой точке тела можно считать приложенной силу Архимеда? При каких условиях сила Архимеда не действует на тело?
4. Каков физический смысл понятия <<трубка тока>>?
5. Объясните физический смысл уравнения Бернулли с динамической точки зрения. Почему при изменении сечения трубы давление текущей жидкости меняется?
6. По горизонтальной трубе постоянного сечения течет стационарный поток жидкости. Опишите распределение скоростей частиц жидкости в одном из сечений трубы для двух случаев: а) жидкость идеальная; б) жидкость реальная.
7. Каким газом следует наполнить аэростаты для получения максимальной подъемной силы?
8. Как приблизительно оценить скорость катера, если вода поднимается вдоль вертикальной носовой части катера на высоту h ?

9. На гладкой горизонтальной поверхности стоит сосуд с водой. В боковой стенке у дна имеется отверстие с площадью S , из которого в некоторый момент начинает вытекать вода. Какую силу надо приложить к сосуду, чтобы удержать его в равновесии, если начальная высота уровня воды в сосуде h ?

№ *Задачи для самостоятельного решения*

№ [12] № 1.372, 1.378, 1.392, 1.394.

%№ [13] № 4.39, 4.48, 4.56, 4.65.

№pagebreak

Занятие 10. Колебательное движение (2 ч) .

№pagebreak **Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области физики механических колебательных процессов, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под

контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Гармонические колебания.
2. Сложение гармонических колебаний.
3. Затухающие колебания. Показатель затухания. Логарифмический декремент затухания.
4. Резонанс.

Задачи для решения на занятии

► № 3.3, 3.7, 3.12, 3.19.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. При рассмотрении первого вопроса студент должен понять основные свойства жидкостей в отсутствии движения [2 § 57]. Второй и третий вопросы рассматривают эффект влияния внешних силовых полей на свойства жидкостей и газов. При ответе на второй вопрос студент должен привести основные предпосылки и конечный вид барометрической формулы [2 § 57]. В третьем вопросе рассматривается реакция жидкости на внедрение в ее объем постороннего тела. Здесь необходимо привести лишь конечный вид формулы описывающей закон Архимеда, однако при рассмотрении плавания тел необходимо провести анализ условий устойчивого плавания судов, остойчивость [2 § 59]. При рассмотрении четвертого вопроса необходимо разобраться с различием свойств покоящейся и движущейся жидкости и ввести уравнение Бернулли, как частный случай закона сохранения энергии [2 § 60].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

1. Что называется квазиупругой силой? Приведите примеры квазиупругих сил.
2. Запишите уравнение движения, совершающего свободные колебания в вязкой среде. От чего зависят амплитуда и фаза колебательного движения тела при выведении его из положения равновесия не возникает?
3. Составьте уравнение движения и определите собственную частоту колебаний системы для следующих случаев: а) математический маятник; б) физический маятник; в) деревянный брусок в форме параллелепипеда, плавающий в воде; г) тело, подвешенное к вертикально висячей пружине; д) жидкость в сообщающихся сосудах.
4. Запишите уравнение смещения точки при свободных колебаниях тела при следующих начальных условиях: а) тело сместили из положения равновесия на величину x (скорость $v = 0$) и отпустили; б) в положении равновесия телу сообщили скорость v ; в) тело сместили из положения равновесия на величину x и сообщили скорость v . Зависит ли период колебаний от амплитуды?
5. Изменится ли ход маятниковых часов, если их поднять на останкинскую башню?
6. Запишите уравнение движения тела в случае вынужденных колебаний. Получите его приближенное стационарное решение для следующих случаев: а) $\omega \rightarrow 0$; б) $\omega = \omega_0$; в) $\omega \rightarrow \infty$. Как изменяются амплитуда и сдвиг фазы между смещением и вынуждающей силой при увеличении частоты?
7. Запишите полное решение дифференциального уравнения движения тела при вынужденных колебаниях. Через какое время движение можно считать установившимся? От каких параметров колеблющейся системы зависит это время? Почему?
8. При каких условиях работа вынуждающей силы максимальна?

9. Точка подвеса математического маятника длины ℓ совершает горизонтальные колебания по закону $x = x_0 \cos(\omega t)$. Найти амплитуду и фазу вынужденных колебаний маятника.
10. При какой скорости поезда маятник длиной ℓ подвешенный в вагоне движущегося поезда, особенно сильно раскачивается, если длина рельса a ?
11. Стоя на доске качелей можно без посторонней помощи увеличить размах колебаний качелей. Как это сделать?
12. Только ли при совпадении частот собственных и вынуждающих колебаний наблюдается увеличение амплитуды колебаний?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 3.26, 3.36, 3.48, 3.102, 3.106.

№ [13] № 6.10, 6.13, 6.17, 6.23, 6.35, 6.44, 6.50, 6.60, 6.63, 6.70, 6.75.

.....

Занятие 1. Кинематика материальной точки (4 ч).

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области кинематики, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

6. Способы описания движения в классической механике.
7. Закон движения.
8. Принцип относительности Галилея и преобразование координат.
9. Кинематические характеристики движения.
10. Сложение движений.

Задачи для решения на занятии

% Базовый уровень

[★]

№[12] № 1.11, 1.15, 1.24, 1.28,

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. По первому вопросу необходимо изучить понятие движения в механике, усвоить его относительность[1 § 2]. Второй вопрос предполагает рассмотрение математической модели механического движения[1 § 2]. В третьем вопросе студенты должны понять принцип относительности движения в классической механике и научиться производить преобразование координат при смене системы отсчета[1 § 1]. Четвертый вопрос рассматривается с позиции второго и третьего. Здесь необходимо ввести кинематические характеристики движения, установить связь между ними, а также разобраться с их преобразованиями при переходе от одной системы отсчета к другой[1 § 3]. При рассмотрении пятого вопроса необходимо еще раз уяснить модельность представлений в физике и изучить простейшие виды механических движений, а затем их суперпозиции[1 §§ 4-6].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

10. Что такое материальная точка?

11. До какого предела может увеличиваться ускорение движения по наклонной плоскости по мере увеличения ее наклона.
12. Может ли скорость изменять только направление при постоянном ускорении?
13. Может ли иметь тело вектор скорости $\vec{v}=0$ и в то же время двигаться ускоренно?
14. Может ли тело иметь постоянную по величине скорость при изменяющемся векторе скорости?
15. Известно, что материальная точка движется с постоянным ускорением $\vec{a} = const$. Что необходимо знать дополнительно, чтобы записать закон движения материальной точки? В каком случае движение материальной точки прямолинейно?
16. Колесо радиуса R вращается против часовой стрелки с постоянной угловой скоростью ω . Укажите величину и направление вектора нормального и тангенциального ускорений для точки, находящейся на ободе колеса. Какой путь прошла точка? Каково ее перемещение? Чему равно значение вектора средней скорости и среднее значение вектора скорости, если колесо сделало поворот, один оборот?
17. Каков характер движения материальной точки, если закон движения в СИ имеет вид:
 4. $x(t) = 5 + 3t$;
 5. $x(t) = 5 + 3t + 2t^2$;
 6. $x(t) = 5\sin(\pi t)$;
 Как изменяются скорость и ускорение в зависимости от времени? Нарисуйте графики зависимостей $a(t), v(t), x(t)$.
18. Показать, что при $\vec{a} = const$ траектория движения является плоской кривой. Как рационально выбрать ось координат в этом случае?

№ *Задачи для самостоятельного решения*

№ [12] № 1.33, 1.36, 1.45, 1.51, 1.57.

№ [13] № 1.3, 1.7, 1.10, 1.16, 1.22, 1.30, 1.32, 1.34, 1.40, 1.44, 1.46, 1.51, 1.54, 1.57, 1.59.

Занятие 2. Динамика материальной точки (4 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики материальной точки, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

6. Масса, импульс и сила в механике Ньютона.
7. Законы Ньютона.
8. Уравнение движения. Начальные условия.

9. Законы описывающие индивидуальные свойства сил. Закон всемирного тяготения.

10. Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► [12] № 1.63, 1.65, 1.76, [13] № 2.2, 2.5, 2.6, 2.8

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. Первый вопрос предлагает уяснение понятия массы, как меры инертности тела. Рассмотрев понятие массы студенты должны логически перейти к импульсу, как характеристике движения, а также к силе, как к причине побуждающей изменение импульса тела при движении[1 §§ 9-10]. Во втором вопросе необходимо рассмотреть предпосылки возникновения законов Ньютона, привести их словесные и математические формулировки[1 §§ 10-12]. Третий вопрос предполагает рассмотрение второго закона Ньютона, как дифференциального уравнения движения материальной точки. Студенты должны уяснить, что решением этого уравнения будет закон движения материальной точки. Здесь же необходимо разъяснить механизм влияния начальных условий на конкретный вид закона движения[1 § 11]. В четвертом вопросе рассматриваются индивидуальные свойства сил, наиболее часто встречающихся в механике, таких как силы нормального давления, натяжения, а также силы тяготения. Студенты должны привести формулы описывающие свойства этих сил[1 § 13]. Пятый вопрос - суть частный случай предыдущего вопроса. Здесь Студенты рассматривают природу сил трения. Они указать на независимость сил сухого трения от скорости движения, от площади тела. Записать закон Амонтона-Кулона. Описать свойства сил трения качения[1 § 17; 2 §§ 53-56].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

11. Визуальные наблюдения, проведенные за спутниками и ракетносителями, показали, что последние, несмотря на свою не обтекаемую форму, обращаются вокруг Земли быстрее, чем спутники. Почему?
12. Почему бегущий человек, стремясь быстро и круто обогнуть столб или дерево, обхватывает его рукой?
13. Почему сосиски при варке лопаются обычно вдоль, а не поперек?
14. Почему парашют бесполезен при падении с малой высоты?
15. Оцените время упругого соударения двух одинаковых металлических шаров.
16. Почему пуля, вылетевшая из ружья, не может отворить дверь, но пробивает в ней отверстие, тогда как давлением пальца открыть дверь легко, но проделать отверстие невозможно?
17. Через неподвижный блок перекинута веревка. На одном конце веревки, держась руками, весит человек, на другом -- груз. Вес груза равен весу человека. Что произойдет, если человек будет на руках подтягиваться вверх по веревке?
18. В каких физических задачах можно считать инерциальной систему отсчета, связанную с Землей?
19. Можно ли в качестве эталона массы выбрать массу какой-либо элементарной частицы? Почему такой эталон менее удобен, чем принятые в настоящее время эталоны длины и времени, связанные с атомными процессами?
20. Всегда ли справедлив третий закон Ньютона? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.86, 1.98, 1.105.

№ [13] № 2.13, 2.19, 2.29, 2.31, 2.33, 2.43, 2.46, 2.50, 2.53.

Занятие 3. Законы сохранения (4 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний об одних из наиболее общих законов природы -- законов сохранения, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

5. Закон сохранения и изменения импульса материальной точки и системы материальных точек.
6. Консервативные силы. Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки и системы материальных точек.
7. Закон сохранения механической энергии системы. Теорема о движении центра масс.
8. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

% Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► [12] № 1.126, 1.130, 1.132, 1.137, 1.140; [13] № 2.35, 2.38, 2.39, 2.59, 2.68.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться

рекомендуемой и дополнительной литературой. Законы сохранения являются одними из фундаментальных законов природы. При рассмотрении вопросов и задач этой темы студенты должны уделить большое внимание каждому вопросу. Необходимо максимально полно и подробно рассмотреть каждый из них. В ответе на первый вопрос студент должен произвести вывод закона сохранения и изменения импульса на основе второго закона Ньютона, причем произвести вывод этого закона как для уединенной материальной точки, так и для системы материальных точек[1 §§ 18-22]. Второй вопрос предполагает классификацию сил природы. Здесь особое внимание уделяется консервативным силам. Здесь необходимо найти энергию движущегося тела и энергию взаимодействия тел в поле центральных сил[1 §§ 24-25]. В третьем вопросе нужно произвести вывод закона сохранения полной механической энергии системы материальных точек, как один из фундаментальных законов природы. В этом же вопросе рассматривается частный случай этого закона -- теорема о движении центра масс[1 § 23]. В четвертом вопросе рассматриваются одна из задач на законы сохранения -- движение тела переменной массы. Студенты должны записать закон сохранения импульса для ракеты, а затем записать и пояснить уравнение Мещерского. После этого нужно указать на одно частное решение этого уравнения -- формулу Циолковского[1 § 21].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

20. Можно ли применять закон сохранения импульса и к процессу столкновения и движения:

- a. пушечных ядер в воздухе?
- b. бильiardных шаров на гладком столе?

21. Какова связь между кинетической энергией материальной точки и работой, приложенных к точке сил? Как связана потенциальная энергия материальной точки с работой консервативных сил?
22. Работа силы, действующей на материальную точку, на любом пути равна нулю. Что можно сказать о взаимном направлении силы и скорости материальной точки?
23. Какую работу надо совершить, чтобы тонкий столб ℓ массой m перевести из горизонтального положения в вертикальное?
24. Пассажир давит на переднюю стенку вагона поезда с силой $\vec{F}$. Совершает ли эта сила работу?
25. Тело брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . На какой высоте его кинетическая энергия будет равна потенциальной?
26. Может ли совершать работу сила трения покоя?
27. Метеорит сгорает в атмосфере, не достигая поверхности Земли. Что происходит при этом с его импульсом?
28. Как будут двигаться два одинаковых шарика после центрального упругого удара в отсутствие внешних сил, если один из них до удара покоился?
29. Шар массой m_1 , летящий со скоростью v_1 , испытывает нелобовое упругое соударение с покоящимся шаром массой m_2 . Какие скорости будут иметь шары после удара?
30. Запишите основное уравнение динамики для тела с переменной массой $m(f)$, например, $m = m_0 - \mu t$. Как зависят ускорение и скорость такого тела от времени?
31. Артиллерийский снаряд, запущенный со скоростью U_0 под углом α_0 к горизонту, разрывается в воздухе. Как движется центр масс осколков?
32. Пушка стоит на подвижной платформе. Ствол оружия направлен под углом α к поверхности Земли. Сохранится ли полный импульс системы после выстрела?

33. Две одинаковые тележки, на которых находятся два одинаковых дворника, движутся по горизонтали с одинаковыми скоростями параллельно друг другу. В некоторый момент времени на тележки начинает падать снег равномерным потоком. Дворник, стоящий на одной из тележек, сбрасывает снег все время в бок, а на другой тележке дворник спит. Какая из тележек быстрее пройдет одно и то же расстояние?
34. Многоступенчатая и одноступенчатая ракеты имеют одинаковую начальную массу и одинаковый запас горючего. У какой ракеты конечная скорость будет больше? Почему?
35. Сформулируйте три закона И. Кеплера. Дайте определение секториальной скорости и назовите ее размерность.
36. При каких условиях материальная точка в ускорительном поле движется по окружности, эллипсу, параболе, гиперболе?
37. Назовите известные вам космические скорости и обоснуйте их значение.
38. Закон всемирного тяготения Ньютона описывает взаимодействия двух материальных точек с массами m_1 и m_2 . Как с его помощью можно рассчитать силу взаимодействия тел конечных размеров?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.142, 1.148, 1.153, 1.157, 1.173, 1.256, 1.270.

№ [13] № 2.76, 2.80, 2.84, 2.87, 2.92, 2.16, 2.17, 2.103, 4.23, 4.27, 4.31.

Занятие 4. Неинерциальные системы отсчета (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики материальной точки в неинерциальных системах отсчета, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать

специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

4. Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Преобразование ускорений в классической механике.
 5. Силы инерции при произвольном ускоренном движении системы.
 6. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции.
- % Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
- % Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► № 1.107, 1.111, 1.113

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. В первом вопросе на примере преобразования ускорений необходимо рассмотреть различие между движением материальной точки в инерциальной и неинерциальной системе

отсчета. Показать факт того, что в неинерциальной системе отсчета при произвольном движении возникают дополнительные ускорения, связанные с движением системы отсчета и тела в ней[1 § 63]. Рассмотрение второго вопроса предполагает, что студент должен написать уравнение второго закона Ньютона в неинерциальной системе отсчета при произвольном движении тела. Здесь необходимо указать на тот факт, что для сохранения формы этого закона нужно ввести дополнительные силы -- силы инерции[1 § 64]. В третьем вопросе нужно рассмотреть частные случаи сил инерции -- переносные, кориолисовы, а также центробежные силы инерции. Необходимо указать на те случаи, когда имеют место эти силы, а также рассмотреть их свойства и примеры проявления[1 §§ 67-70].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

9. Чему равна центростремительная сила, действующая на лежащее на поверхности Земли тело, вращающаяся вместе с Землей?
10. Автомобиль делает резкий поворот. Пассажир, сидящий у правой стенки оказался прижатым к ней. В какую сторону сделал поворот автомобиль?
11. На повороте мотоциклисты, велосипедисты, бегуны наклоняются в сторону поворота. Зачем?
12. Как изменится модуль центробежной силы инерции, если скорость вращения системы отсчета увеличить в n раз?
13. Может ли сила Кориолиса изменить скорость частицы?
14. Чему равна сила Кориолиса в случае, когда скорость частицы параллельна оси вращения системы?
15. Вращение Земли приводит к отталкиванию свободно падающих тел от направления отвеса. В какую сторону происходит это отклонение?

16. Объясните влияние сил Кориолиса на движение рек в северном и южном полушариях (рассмотрите движение рек, текущих по параллелям и меридианам).

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.108, 1.110, 1.112, 1.114.

%№ [13] № 2.35, 2.38, 2.39, 2.59, 2.68, 2.76, 2.80, 2.84, 2.87, 2.92, 2.16, 2.17, 2.103, 4.23, 4.27, 4.31.

Занятие 5. Основы специальной теории относительности. Релятивистское уравнение движения (4 ч) .

Цель занятия: Формирование понятий о фундаментальных свойствах пространства-времени. Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики материальной точки при релятивистских движениях, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под

контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

5. Принцип относительности и постулат постоянства скорости света.
6. Пространство и время в теории относительности.
7. Преобразования Лоренца и их следствия. Сложение скоростей.
8. Импульс и скорость. Соотношение между массой и энергией.

% Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► № 1.398, 1.406, 1.412, 1.405.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. Вопросы, относящиеся к теории относительности имеют повышенный уровень сложности, но при этом обладают огромным значением для понимания фундаментальных свойств природы. В связи с этим студент должен уделить этим вопросам большое внимание. Для хорошего усвоения этой темы необходимо обратиться к большому количеству литературы. Основной рекомендуемой для подготовки к этому занятию литературой являются классические учебники [2 §§ 11-17]. Первый и второй вопросы предполагают формирование понятийного аппарата и получение основных экспериментальных фактов и теоретических гипотез, приведших к созданию специальной теории относительности. Здесь также следует изучить литературу повышенного уровня сложности [Сивухин4]. Практические занятия в связи с ограниченностью во времени не позволяют произвести вывод преобразований Лоренца, поэтому студент должен произвести их самостоятельно, а на занятии достаточно знания их формульного вида. Это же относится и к формулам сложения скоростей. Четвертый вопрос предполагает знание релятивистского импульса частиц. Здесь же необходимо знать релятивистское соотношение между массой и

энергией. Студент также должен указать на факт связи и единства массы и энергии частицы.

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

15. Какие постулаты лежат в основе специальной теории относительности?
16. Сформулируйте постулаты, на которых базируется принцип относительности Галилея.
17. Какие допущения делаются по поводу синхронизации часов в классической физике?
18. Как связаны друг с другом преобразования Галилея и преобразования Лоренца?
19. Что означает псевдоевклидовость пространства-времени?
20. Какие вы знаете инвариантные величины?
21. В чем заключается проблема одновременности в релятивистской физике? Опишите способ синхронизации часов, предложенный Эйнштейном. Какие допущения делаются в этом случае?
22. В классической физике из преобразований Галилея следует инвариантность длин отрезков и промежутков времени в различных системах отсчета. Сохраняется ли эта инвариантность в релятивистской физике?
23. Как вводятся в релятивистской динамике понятия импульса и энергии тела?
24. Инвариантен ли второй закон Ньютона, записанный в форме $f=ma$, относительно преобразований Лоренца?
25. Исходя из основного уравнения релятивистской динамики, найти: а) в каких случаях ускорение частицы совпадает по направлению с действующей на нее силой; б) коэффициенты пропорциональности

между силой $\vec{F}$ и ускорением $\vec{a}$ в тех случаях, когда $\vec{F} \perp \vec{a}$, $\vec{F} \parallel \vec{a}$, $\vec{F} \perp \vec{v}$ -- скорость частицы.

26. Какую работу надо совершить, чтобы изменить скорость релятивистской частицы от значения v_1 до значения v_2 ?

27. Найти скорость частицы, при которой ее кинетическая энергия равна энергии покоя.

28. Напишите формулу, выражающую энергию частицы через ее импульс.

Что характерно для частиц с нулевой массой?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.403, 1.415, 1.425, 1.432, 1.434, 1.440.

№ [13] № 5.3, 5.5, 5.8, 5.11, 5.13, 5.18, 5.26, 5.32, 5.36, 5.42.

Занятие 6. Кинематика абсолютно твердого тела (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области кинематики абсолютно твердого тела, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений.

При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

4. Степени свободы абсолютно твердого тела. Углы Эйлера
5. Разложение движения на слагаемые.
6. Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела.
Мгновенная ось вращения.

% Импульс и скорость. Соотношение между массой и энергией.

% Силы трения. Закон Амонтона-Кулона. Трение качения.

Задачи для решения на занятии

► № 1.277, 1.280, 1.284, 1.287.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. В первом вопросе студент должен раскрыть понятие степеней свободы твердого тела и рассмотреть различные случаи движения твердого тела. Здесь же нужно ввести понятие об углах Эйлера[1 §§ 44-47]. При рассмотрении второго вопроса студенты должны привести примеры того, что любое сложное движение можно представить, как суперпозицию более простых -- поступательного и вращательного[1 § 47]. В третьем вопросе нужно рассмотреть основные виды движений твердого тела. Ввести понятие мгновенной оси вращения

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

6. Движение тела с неподвижной осью задано уравнением $\varphi = 2\pi(6t - 3t^2)$ все величины приведены в СИ. Начало движения при $t=0$.

Сколько оборотов сделает тело до момента изменения направления вращения?

7. Колесо радиуса R катится без скольжения по горизонтальной дороге со скоростью v_0 . Найдите горизонтальную компоненту v_x линейной скорости произвольной точки на ободе колеса, вертикальную компоненту v_y этой скорости и модуль полной скорости для этой же точки. Найдите значение угла α между вектором полной скорости точек на ободе колеса и направлением поступательного движения его оси.
8. Колесо радиуса r катится по горизонтальной плоскости без скольжения с угловой скоростью ω . Как изменяются координаты x и y точки находящейся на ободе колеса? Нарисуйте траекторию движения этой точки.
9. Дайте определение числа степеней свободы. Каково число степеней свободы твердого тела в самом общем случае?
10. Дайте определение вектора угловой скорости твердого тела.

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.278, 1.281, 1.283, 1.285.

№ [13] № 3.3, 3.7, 3.12, 3.15, 3.18.

Занятие 7. Динамика абсолютно твердого тела (4 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области динамики твердого тела, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике

профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

6. Момент силы. Момент импульса тела.
7. Тензор инерции и его главные и центральные оси.
8. Момент импульса относительно оси.
9. Уравнение моментов.
10. Закон сохранения момента импульса.

Задачи для решения на занятии

► № 1.288, 1.313, 1.314, 1.321, 1.325, 1.340.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. В первом вопросе студент должен уяснить недостаточность понятия силы для описания воздействия на твердое тело, а также недостаточность понятия импульса для описания движения твердого тела[1 § 30]. Во втором вопросе необходимо рассмотреть понятие тензора инерции, как аналога параметра, характеризующего инерцию твердого тела при вращении[1 § 53]. Третий вопрос предполагает введение момента импульса твердого тела относительно оси, как частного случая

момента импульса твердого тела для случая движения вдоль одной оси, либо мгновенной оси [1 § 53]. В ответе на четвертый вопрос студенты должны сказать, что второй закон Ньютона, применявшийся для описания динамики материальной точки, не подходит для описания движения твердого тела [1 § 45]. Пятый вопрос предполагает рассмотрение одного из фундаментальных законов природы -- закона сохранения момента импульса [1 § 31].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

13. Что называют моментом импульса? Определить момент импульса материальной точки относительно центра O , если она: а) совершает движение по окружности с постоянной скоростью v ; б) движется прямолинейно и равномерно со скоростью $\vec{v}$.
14. Как связано изменение момента импульса тела с моментом силы, действующей на тело?
15. При каких условиях момент импульса тела остается неизменным?
16. Некоторая планета движется в поле тяготения Солнца по эллипсоидальной траектории. Относительно какой точки гелиоцентрической системы отсчета момент импульса планеты будет сохраняться во времени? Будет ли при этом сохраняться импульс планеты?
17. Две материальные точки взаимодействуют с силой $\vec{F}$, подчиняющейся третьему закону Ньютона. Определите полный момент силы относительно некоторого центра O .
18. Два цилиндра, сплошной и полый, одинаковой массы и радиуса, вращаются вокруг оси, совпадающей с осью симметрии, с угловой скоростью ω . Как необходимо приложить силы, чтобы цилиндры остановились? Какой цилиндр остановить труднее?

19. Цилиндр массой m и радиуса r вращается вокруг оси, совпадающей с осью симметрии, с угловой скоростью ω . Чему равен его импульс? Чему равна энергия, если центр масс вращающегося цилиндра начнет двигаться с постоянной скоростью v ?
20. Два шара с радиусами R_1 и R_2 ($R_1 \gg R_2$) скатываются с наклонной плоскости. Можно ли использовать модель материальной точки для описания движения какого-либо из этих шаров?
21. В каком случае кинетическая энергия вращающегося тела определяется формулой $\frac{I\omega^2}{2}$?
22. Фигурист выполняет фигуру -- вращение вокруг своей оси. Как изменится его угловая скорость, если он переведет руки из положения «в сторону» в положение «вниз»? Изменится ли его кинетическая энергия?
23. Как изменится угловая скорость и кинетическая энергия системы, если человек, стоящий на вращающемся диске, начнет двигаться по нему с постоянной скоростью вдоль радиуса или вдоль окружности радиуса r ?
24. Что происходит с угловой скоростью прецессии гироскопа при уменьшении скорости вращения гироскопа вокруг его оси?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.287, 1.297, 1.300, 1.313, 1.315, 1.317, 1.320, 1.322, 1.324, 1.326, 1.341.

№ [13] № 3.22, 3.25, 3.27, 3.30, 3.32, 3.36, 3.40, 3.45, 3.48, 3.52.

Занятие 8. Механика деформируемого тела (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области механики твердого деформируемого тела, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей

профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

4. Виды деформаций (сдвиг, кручение, изгиб) и их количественная характеристика.
5. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.
6. Энергия упругих деформаций.

% Уравнение моментов.

% Закон сохранения момента импульса.

Задачи для решения на занятии

► № 1.350, 1.354, 1.357, 1.360.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. Ответ на первый вопрос предполагает, что студент должен указать на факт того, что при любых внешних воздействиях реальное твердое тело деформируется, т.е. изменяет

свои линейные размеры и форму. Здесь необходимо рассмотреть наиболее простые виды деформации, а затем показать, что более сложные деформации могут быть сведены к элементарным. Также при ответе на этот вопрос необходимо ввести количественные характеристики деформации. Во втором вопросе рассматриваются малые деформации твердых тел, их численные характеристики, также закон Гука, описывающий силы, возникающие при таких деформациях. В третьем вопросе студент должен указать на тот факт, что для деформирования твердого тела необходимо совершить работу, а значит деформированное тело обладает энергией. Необходимо указать формулы позволяющие определить эту энергию, а также указать на свойства графиков деформаций.

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

8. Что называют энергией упругой деформации?
9. Вычислите упругую энергию растянутого стержня.
10. Какая связь существует между модулями сдвига и Юнга?
11. Найдите относительное удлинение вертикального стержня под действием собственного веса P . Площадь поперечного сечения стержня равна S .
12. Упругий стержень массы m , длины l и площади поперечного сечения S движется в продольном направлении с ускорением a (одинаковым для всех точек стержня). Найти упругую энергию деформации, возникающую вследствие ускоренного движения.
13. Определите жесткость k системы двух пружин при последовательном и параллельном их соединении.
14. Тонкий стержень одним концом закреплен, к другому концу приложен момент силы $M = 1 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Определить угол φ

закручивания стержня, если постоянная кручения $\tau_c = 120 \text{ кН}\cdot\text{м/рад}$.

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.349, 1.355, 1.358, 1.361, 1.364.

№ [13] № 4.39, 4.48, 4.56, 4.65.

Занятие 9. Механика жидкостей и газов (2 ч) .

Цель занятия: Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области механики жидкостей и газов, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

5. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики.
6. Барометрическая формула.
7. Закон Архимеда. Условия устойчивого плавания тел.
8. Уравнение Бернулли.

% Вязкость жидкости. Течение вязкой жидкости по трубе.

% Формула Пуазейля.

Задачи для решения на занятии

► № 1.373, 1.375, 1.391, 1.393.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. При рассмотрении первого вопроса студент должен понять основные свойства жидкостей в отсутствии движения [1 § 89]. Второй и третий вопросы рассматривают эффект влияния внешних силовых полей на свойства жидкостей и газов. При ответе на второй вопрос студент должен привести основные предпосылки и конечный вид барометрической формулы [1 § 92]. В третьем вопросе рассматривается реакция жидкости на внедрение в ее объем постороннего тела. Здесь необходимо привести лишь конечный вид формулы описывающей закон Архимеда, однако при рассмотрении плавания тел необходимо провести анализ условий устойчивого плавания судов, остойчивость [1 § 91]. При рассмотрении четвертого вопроса необходимо разобраться с различием свойств покоящейся и движущейся жидкости и ввести уравнение Бернулли, как частный случай закона сохранения энергии [1 §§ 94-95].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

10. Какие общие свойства жидкостей и газов позволяет использовать единые законы для описания их поведения?

11. Тело полностью погружено в жидкость. Как различаются величины давления, действующего на боковую, нижнюю и верхнюю поверхности тела, если действием силы тяжести на жидкость можно пренебречь?
12. Тело погружено в жидкость. Какова природа силы Архимеда, действующей на тело? В какой точке тела можно считать приложенной силу Архимеда? При каких условиях сила Архимеда не действует на тело?
13. Каков физический смысл понятия <<трубка тока>>?
14. Объясните физический смысл уравнения Бернулли с динамической точки зрения. Почему при изменении сечения трубы давление текущей жидкости меняется?
15. По горизонтальной трубе постоянного сечения течет стационарный поток жидкости. Опишите распределение скоростей частиц жидкости в одном из сечений трубы для двух случаев: а) жидкость идеальная; б) жидкость реальная.
16. Каким газом следует наполнить аэростаты для получения максимальной подъемной силы?
17. Как приблизительно оценить скорость катера, если вода поднимается вдоль вертикальной носовой части катера на высоту h ?
18. На гладкой горизонтальной поверхности стоит сосуд с водой. В боковой стенке у дна имеется отверстие с площадью S , из которого в некоторый момент начинает вытекать вода. Какую силу надо приложить к сосуду, чтобы удержать его в равновесии, если начальная высота уровня воды в сосуде h ?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 1.372, 1.378, 1.392, 1.394.

%№ [13] № 4.39, 4.48, 4.56, 4.65.

№pagebreak

Занятие 10. Колебательное движение (2 ч) .

№pagebreak **Цель занятия:** Глубокое усвоение, конкретизация и закрепление знаний в области физики механических колебательных процессов, формирование умений и навыков применения их на практике, развитие абстрактного и логического мышления, приобретение навыков самостоятельной работы. Формирование научного образа мышления.

Компетенции, формируемые на занятии: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1); Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); Готов применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

Организационная форма занятия: комбинированная, сочетающая практическое занятие с элементами семинара. Первоначально, рассматриваются основные теоретические вопросы по теме занятия, после чего организовывается решение типовых задач. При этом предполагается широкое использование интерактивных методов -- эвристических бесед, использование задач-вопросов при обсуждении теоретических положений. При решении задач используются как коллективные методы работы с элементами <<мозгового штурма>>, так и самостоятельная работа под контролем преподавателя с последующим комментарием решения. Предполагается также использование мультимедийного оборудования -- компьютерного проектора.

Вопросы теоретического материала, выносимые на обсуждение

5. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.
Гармонические колебания.
6. Сложение гармонических колебаний.
7. Затухающие колебания. Показатель затухания. Логарифмический декремент затухания.
8. Резонанс.

Задачи для решения на занятии

► № 3.3, 3.7, 3.12, 3.19.

Методические рекомендации. При подготовке к занятию студент должен обратиться к лекционным материалам, а также воспользоваться рекомендуемой и дополнительной литературой. При рассмотрении первого вопроса студент должен понять основные свойства жидкостей в отсутствии движения [2 § 57]. Вторым и третьим вопросами рассматривают эффект влияния внешних силовых полей на свойства жидкостей и газов. При ответе на второй вопрос студент должен привести основные предпосылки и конечный вид барометрической формулы [2 § 57]. В третьем вопросе рассматривается реакция жидкости на внедрение в ее объем постороннего тела. Здесь необходимо привести лишь конечный вид формулы описывающей закон Архимеда, однако при рассмотрении плавания тел необходимо провести анализ условий устойчивого плавания судов, устойчивости [2 § 59]. При рассмотрении четвертого вопроса необходимо разобраться с различием свойств покоящейся и движущейся жидкости и ввести уравнение Бернулли, как частный случай закона сохранения энергии [2 § 60].

В случае возникновения затруднений при решении задач полезно рассмотреть примеры решения задач, например [1, 4, 6, 7, 13] и повторить теоретический материал.

Вопросы и задания для контроля формирования компетенций

13. Что называется квазиупругой силой? Приведите примеры квазиупругих сил.
14. Запишите уравнение движения, совершающего свободные колебания в вязкой среде. От чего зависят амплитуда и фаза колебательного движения тела при выведении его из положения равновесия не возникает?
15. Составьте уравнение движения и определите собственную частоту колебаний системы для следующих случаев: а) математический маятник; б) физический маятник; в) деревянный брусок в форме

- параллелепипеда, плавающий в воде; г) тело, подвешенное к вертикально висячей пружине; д) жидкость в сообщающихся сосудах.
16. Запишите уравнение смещения точки при свободных колебаниях тела при следующих начальных условиях: а) тело сместили из положения равновесия на величину x (скорость $v = 0$) и отпустили; б) в положении равновесия телу сообщили скорость v ; в) тело сместили из положения равновесия на величину x и сообщили скорость v . Зависит ли период колебаний от амплитуды?
17. Изменится ли ход маятниковых часов, если их поднять на останкинскую башню?
18. Запишите уравнение движения тела в случае вынужденных колебаний. Получите его приближенное стационарное решение для следующих случаев: а) $\omega \rightarrow 0$; б) $\omega = \omega_0$; в) $\omega \rightarrow \infty$. Как изменяются амплитуда и сдвиг фазы между смещением и вынуждающей силой при увеличении частоты?
19. Запишите полное решение дифференциального уравнения движения тела при вынужденных колебаниях. Через какое время движение можно считать установившимся? От каких параметров колеблющейся системы зависит это время? Почему?
20. При каких условиях работа вынуждающей силы максимальна?
21. Точка подвеса математического маятника длины ℓ совершает горизонтальные колебания по закону $x = x_0 \cos(\omega t)$. Найти амплитуду и фазу вынужденных колебаний маятника.
22. При какой скорости поезда маятник длиной ℓ подвешенный в вагоне движущегося поезда, особенно сильно раскачивается, если длина рельса a ?
23. Стоя на доске качелей можно без посторонней помощи увеличить размах колебаний качелей. Как это сделать?
24. Только ли при совпадении частот собственных и вынуждающих колебаний наблюдается увеличение амплитуды колебаний?

№ Задачи для самостоятельного решения

№ [12] № 3.26, 3.36, 3.48, 3.102, 3.106.

№ [13] № 6.10, 6.13, 6.17, 6.23, 6.35, 6.44, 6.50, 6.60, 6.63, 6.70, 6.75.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕХАНИКА

**Методические указания для обучающихся по организации и проведению
самостоятельной работы**

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Фундаментальная и прикладная физика»

**Ставрополь
2026**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	64
1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Механика»	65
2. План-график выполнения самостоятельной работы	
3. Контрольные точки и виды отчетности по ним	
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	65
5. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)	67
6. Методические указания по подготовке к экзамену.....	67
7. Список рекомендуемой литературы.	67

ВВЕДЕНИЕ

Механика – стартовый раздел курса «Общей физики» преподаваемого в рамках подготовки бакалавров по специальности 03.03.02 Физика. Механика рассматривает наиболее простые виды движения материи – движения одних тел относительно других с течением времени. За кажущейся простотой объекта изучения скрывается фундаментальность ее представлений и моделей. В курсе «Механика» рассматриваются основные модели тел, применяемых в механике: материальная точка, твердое тело, несжимаемая жидкость. Курс разделен на два больших раздела: Механика материальной точки, включающий в себя основы специальной теории относительности, и Механика сплошных сред. В рамках последнего рассматриваются вопросы механики твёрдого тела, механики жидкости и газа, а также колебательные и волновые процессы.

В соответствии с современной концепцией образования и ФГОС ВО на самостоятельную работу отводится не менее 50% учебного времени. Целенаправленная самостоятельная работа позволяет студенту добиться высоких результатов в ходе освоения дисциплины и тем самым существенно развить свои компетенции в области физики в целом.

Настоящее пособие предназначено для оказания помощи студенту в процессе организации самостоятельной работы. В нем изложен рекомендуемый план выполнения самостоятельной работы. Указаны основные и дополнительные источники информации, позволяющие получить полные и достоверные знания, отражающие современные представления в области физики.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Механика»

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью процесса освоения курса «Общая физика». Предполагается, что а в ходе самостоятельной работы студент будет изучать литературу, решать задачи. Изучение литературы позволяет более глубоко и полно изучить вопросы, рассматриваемые в ходе лекционных занятий, а также подготовиться к успешной сдаче экзамена. Кроме этого курс предполагает самостоятельное изучение нескольких вопросов не рассматриваемых на лекциях, но необходимых для полного понимания механики.

Выполнение самостоятельной работы позволяет сформировать следующие компетенции.

ОПК-3 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

ПК-3 готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

2. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

№п/п	Темы для самостоятельного изучения (комментарии)	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1.	Основные свойства векторов. Студент, приступающий к изучению курса «Механика» должен обладать первоначальными знаниями о векторах, их основных свойствах и операциям над ними, полученными в ходе изучения школьного курса математики и физики, а также курса «Аналитическая геометрия». Для успешного освоения дисциплины «Механика» студент должен поторить и углубить эти знания. Наиболее полно необходимые сведения о векторах изложены в книге [1] основного списка (§6), а наиболее краткая «выжимка» в [3] дополнительного (§2).	1	3	1	1
2.	Несвободное движение тела. Наиболее подробно вопрос рассмотрен в [2] основного списка (Главы V-VIII, §§35-56). Более кратко в [4] (Лекция 3), [3] (§§13, 14, 17). Также вопрос изложен в [3] дополнительного списка (§§13-17). Для решения практических задач обязательно следует рассмотреть	2, 3, 4	3	1	1

	примеры решения задач в [3] методической литературы (Глава 2).				
3.	Упругий удар. Удар неупругих тел. Вопрос изложен практически в любом учебнике по физике. Для изучения в необходимом объеме достаточно использовать источники [4] (Лекция 5), либо [3] (§§26, 28). Наиболее подробно вопрос рассмотрен в [2] (§§32, 33) и [1] (§§39-42).	1, 2, 3, 4	3	1	1
4.	Падение шарика в вязкой среде. Вопрос в рассмотрен в [2] (§125), [3] (§101), [4] (Лекция 18)	2, 3, 4	3	1	1
5.	Явление невесомости. Явление невесомости является достаточно простым, однако в ходе его рассмотрения необходимо изучить несколько важных физических закономерностей, таких, как принцип эквивалентности [2] (§43), [3] (§66), [4] (Лекция 6)	2, 3, 4	3	1	1
6.	Влияние вращения земли на движение тел. Маятник Фуко. Рассматриваются неинерциальные системы отсчета [1] (§30), [2] (§§82, 83), [3] (§§65, 68), [4] (Лекция 6)	1, 2, 3, 4	3	1	1
7.	Моменты инерции некоторых тел. Необходимо рассмотреть способы расчета момента инерции различных тел, как обладающих симметрией, и позволяющих применить аналитические методы, так и тел сложной формы. [1] (§32), [2] (§89), [3] (§36), [4] (Лекция 12).	1, 2, 3, 4	3	1	1
8.	Торможение и явление заноса. Наиболее полно вопрос рассмотрен в [2] (§§50, 51) и в [4] (Лекция 3)	2, 4	3	1	1
9.	Движение в поле тяготения, движение спутников Земли. Вопрос является относительно не сложным и подробно рассматривается в любой учебной литературе. [1] (§§43-46), [2] (§§75, 76), [3] (§§55-62), [4] (Лекция 5)	1, 2, 3, 4	3	1	1
10.	Истечения жидкости или газа, находящихся под давлением в сосуде. Вопрос рассматривается только в [4] (Лекция 17).	4			
11.	Сверхзвуковой поток в трубе. Вопрос рассматривается только в [4] (Лекция 17).	4			

3. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)

При подготовке к практическим занятиям следует повторно изучить соответствующий материал, используя конспекты лекций и имеющуюся в наличии литературу. Изучить методические рекомендации по текущему разделу, приведенные в [1] списка методической литературы. В этом же источнике рассмотреть методы решения задач. В ходе подготовки к практическим занятиям также следует вести конспектирование материала для более простой подготовки к сдаче экзамена, в соответствии с тематикой экзаменационных вопросов.

Самостоятельное решение задач предполагает решение указанных преподавателем заданий с использованием изученных законов и методов решения с применением [1].

4. Методические указания по подготовке к экзамену.

Наиболее эффективно подготовку к экзамену проводить в течение всего учебного семестра путем подготовки письменных ответов на экзаменационные вопросы. Во время сессии конспекты могут быть использованы для быстрого повторения ответов на вопросы.

5. Список рекомендуемой литературы.

11.1.1. Основная литература:

1. А.Н.Матвеев. Механика и теория относительности. СПб.: Лань, 2009.
2. С.Э.Хайкин. Физические основы механики. СПб.; Лань, 2008.
3. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Т.1. Механика. СПб.; Лань, 2006.
4. В.А. Алешкевич, Л.Г. Деденко, В.А. Караваев. Курс общей физики. Механика.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.

11.1.2. Дополнительная литература:

1. Ч.Киттель, У.Найт, М.Рудерман. Механика. СПб.; Лань, 2005.
2. Р.В.Поль. Механика, акустика и учение о теплоте. М.; Наука, 1971.
3. И.В.Савельев. Курс общей физики. Т.1. СПб.: Лань, 2008.

11.1.3. Методическая литература:

1. В.С. Русаков, А.И. Слепков, Е.А. Никанорова, Н.И. Чистякова. Механика. Методика решения задач. М.; Физический факультет МГУ, 2010.
2. Сборник задач по общему курсу физики. Механика. Под ред. И.А. Яковлева. СПб.; Лань, 2006.
3. И.Е.Иродов. Задачи по общей физике. СПб.; Лань, 2006.
4. А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. Задачник по физике.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.