

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Общая физика: механика
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра общей физики
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 105 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 225, всего зач. ед.: 5

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: В.Ф. Козлов, канд. физ.-мат. наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 10.06.2022

Аннотация

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен обладать знаниями и умениями в объёме курса физики и математики средней школы, а именно:

- знать основные физические понятия, используемые в механике (скорость, ускорение, сила, импульс, работа, энергия и т.п.)
- иметь представление об основных законах механики (основы кинематики, законы Ньютона, законы сохранения импульса и энергии, закон тяготения) и уметь их применять для решения задач.
- знать и уметь пользоваться базовым математическим инструментарием при решении физических задач: владеть символьным языком алгебры, приёмами преобразований и применения их для решения уравнений (систем уравнений); знать основные тригонометрические понятия и тождества; владеть геометрическими методами (в том числе, навыками решения планиметрических и стереометрических задач, вычисление объёмов и площадей основных геометрических тел, уметь проводить геометрические построения); знать основы векторной алгебры и уметь применять векторы для решения физических и геометрических задач; иметь представление об основных понятиях дифференциального и интегрального исчисления.
- иметь навыки устных, письменных, инструментальных вычислений

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Курс предполагает освоение студентами базовых знаний в области механики. Они составляют основу для дальнейшего изучения других разделов физики, углубленного изучения фундаментальных основ теоретической механики и большинства технических дисциплин.

Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся базовых знаний в области механики;
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач;
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.2 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре)	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости;
- ☐ основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории;
- ☐ законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта;
- ☐ законы сохранения импульса, энергии, момента импульса;
- ☐ закон всемирного тяготения и законы Кеплера;
- ☐ законы движения тел в гравитационных полях;
- ☐ законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении;
- ☐ основы приближённой теории гироскопов;
- ☐ основные понятия теории колебаний: уравнение гармонических колебаний и его решение, затухание, добротность колебательной системы;
- ☐ основы специальной теории относительности :основные постулаты, преобразования Лоренца и их следствия, выражения для импульса и энергии релятивистских частиц;
- ☐ базовые понятия теории упругости и гидродинамики.

уметь:

- ☐ применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики;
- ☐ записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе для реактивного движения;
- ☐ применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел;
- ☐ применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц;
- ☐ рассчитывать параметры траекторий в рамках задачи двух гравитационно взаимодействующих тел;
- ☐ применять законы механики в различных системах отсчёта, в том числе неинерциальных;
- ☐ рассчитывать моменты инерции симметричных твёрдых тел;
- ☐ применять законы механики для анализа поступательно-вращательного движения твердых тел;
- ☐ рассчитывать периоды гармонических колебаний простейших механических систем;
- ☐ анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- ☐ применять различные математические инструменты для решения физических задач и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- ☐ основными методами решения задач механики;
- ☐ основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Вводная часть. Кинематика	4	4	6	18
2	Динамика частицы. Законы Ньютона	2	2	8	19
3	Динамика систем частиц. Законы сохранения	2	2		3
4	Момент импульса материальной точки	2	2	8	19
5	Законы Кеплера. Тяготение	4	4		6
6	Вращение твёрдого тела	2	4	8	22
7	Неинерциальные системы отсчёта	2	2		3
8	Механические колебания	4	2		3
9	Основы специальной теории относительности	4	4		6
10	Элементы теории упругости	2	2		3
11	Элементы гидродинамики	2	2		3
Итого часов		30	30	30	105
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		225 час., 5 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Вводная часть. Кинематика

Пространство, время, системы отсчета и системы координат, траектория, радиус-вектор точки, векторы скорости и ускорения. Кинематическое описание движения. Производные в физике. Производная от функции, сложной функции, вектор-функции. Степени свободы. Векторы и их основные свойства. Скалярное и векторное произведения. Материальная точка (частица, МТ). Способы описания движения МТ в кинематике. Прямая и обратная задачи кинематики.

2. Динамика частицы. Законы Ньютона

Понятие состояния в классической механике. Принцип инерции. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Законы Ньютона. Масса, ее сохранение и аддитивность. Основные силы в механике и их свойства. Пространство и время в механике Ньютона. Связь законов механики со свойствами симметрии пространства и времени (теорема Э. Нётер – без доказательства).

3. Динамика систем частиц. Законы сохранения

Импульс системы МТ. Центр масс системы МТ и его свойства. Движение МТ переменной массы. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

4. Момент импульса материальной точки

Связь момента импульса МТ с ее секториальной скоростью для плоского движения. Момент силы. Уравнение моментов для системы МТ. Закон сохранения момента импульса замкнутой системы МТ.

5. Законы Кеплера. Тяготение

Напряженность гравитационного поля и силовые линии. Принцип суперпозиции для гравитационных полей. Поток вектора напряженности гравитационного поля через поверхность. Теорема Гаусса (без доказательства). Напряженность гравитационного поля однородного шара. Работа по перемещению в гравитационном поле точечной массы. Потенциал гравитационного поля.

6. Вращение твёрдого тела

Закон сохранения момента импульса как независимый и универсальный закон природы. Уравнение моментов для тела с одной неподвижной точкой и с неподвижной осью вращения. Вычисление моментов инерции тел: теорема Гюйгенса-Штейнера и теорема о моменте инерции тела относительно полюса. Примеры. Кинетическая энергия тела, вращающегося относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси (без вывода).

7. Неинерциальные системы отсчёта

Силы инерции: определение и их основные свойства. Уравнения динамики в неинерциальных системах отсчета. Принцип эквивалентности. Инерционные эффекты, связанные с суточным вращением Земли вокруг своей оси. Примеры.

8. Механические колебания

Свободные затухающие колебания: уравнение движения, энергия, основные характеристики затухающих колебаний. Примеры. Вынужденные колебания под действием гармонической силы. Добротность при малом затухании. Резонанс. Резонансные кривые.

9. Основы специальной теории относительности

Единое четырехмерное пространство-время Минковского. Интервал и его инвариантность. Виды интервалов и их измерение. Преобразования Лоренца. Преобразования Галилея как предельный случай преобразований Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца: замедление времени и сокращение длины движущихся отрезков. Относительность понятия одновременности, собственное время. Экспериментальные факты. Координатная скорость и четырехмерный вектор скорости. Правила сложения координатных скоростей.

Четырехмерный вектор энергии-импульса (4-вектор импульса). Уравнения движения МТ в релятивистской механике. 4-вектор силы. Законы сохранения импульса и энергии при релятивистских скоростях движения. Экспериментальные факты.

10. Элементы теории упругости

Понятие сплошной среды. Нормальные и касательные напряжения, виды деформаций, диаграммы растяжения пластичного (стального) образца и образца из хрупкого материала. Закон Гука. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона однородного изотропного материала, плотность потенциальной энергии при сжатии и растяжении. Сдвиг, модуль сдвига, плотность потенциальной энергии при сдвиге, связь модуля сдвига изотропного материала с модулем Юнга и коэффициентом Пуассона (без вывода).

11. Элементы гидродинамики

Основные локальные параметры состояния жидкостей и газов, понятие о ламинарных и турбулентных течениях жидкостей и газов. Уравнение Бернулли, формула Торричелли. Законы Паскаля и Архимеда. Парадокс Даламбера, динамическая вязкость жидкостей и газов, течение Пуазейля, формула Стокса (без вывода).

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- Аудитории для семинарских занятий.
- Лабораторные помещения с учебными лабораторными установками.
- Доступ к библиотекам учебной технической литературы, в том числе электронным, необходимый для осуществления самостоятельной работы обучающихся

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общая физика. Механика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко, К. М. Крымский ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) . — М. : МФТИ, 2013 . — 290 с.
2. Основы физики [Текст] : Курс общей физики : в 2 т. Т. 1. Механика, электричество и магнетизм. Колебания и волны, волновая оптика / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов ; под ред. А. С. Кингсеп . — 2-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2007 . — 704 с.
3. Лабораторный практикум по общей физике [Текст] : в 3 т. Т. 1 : Механика : учеб. пособие для вузов / под ред. А. Д. Гладуна ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) . — 2-е изд., испр. — М. : МФТИ, 2012 . — 292 с.
4. Сборник задач по общему курсу физики [Текст] : в 3 ч. Ч. 1 : Механика. Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Овчинкина . — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Физматкнига, 2013 . — 560 с.
5. Сборник задач по общему курсу физики [Текст] : в 3 ч. Ч. 1 : учеб. пособие для вузов. Механика. Термодинамика и молекулярная физика / под ред. В. А. Овчинкина . — 4-е изд., испр. — М. : Физматкнига, 2016 . — 560 с.
6. Механика. Основные законы [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов . — 12-е изд. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014 . — 309 с.
7. Задачи по общей физике [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов . — 9-е изд. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 . — 431 с.

Дополнительная литература

1. Физические основы механики [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. Э. Хайкин .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Наука, 1971 .— 752 с.
2. Механика [Текст] / Ч.Киттель,В.Найт,М.Рудерман ; пер.с англ.под ред.А.И.Шальникова,А.С.Ахматова .— 3-е изд.,испр. — М. : Наука, 1983 .— 448с.
3. Фейнмановские лекции по физике [Текст]. Вып. 1 - 2 : [учеб. пособие для вузов]. Современная наука о природе. Законы механики. Пространство. Время. Движение / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс ; пер. с англ. А. В. Ефремов [и др.] .— 3-е изд. — М. : Мир, 1976 .— 440 с.
4. Методы решения задач в общем курсе физики. Механика [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. П. Корявов .— 2-е изд., испр. — М. : Студент, 2012 .— 382 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

http://mipt.ru/education/chair/physics/S_I/method/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Овчинкин В.А. Лекторий МФТИ (на видеохостинге Youtube).
<https://www.youtube.com/playlist?list=PL2jwxGybEFity3pyl5SnPrgh7ERNCd4FD>
2. Овчинкин В.А. 15 лекций по механике: <https://mipt.lectoriy.ru/course/Physics-Mechanics-08L>
3. http://mipt.ru/education/chair/physics/S_I/method/ — методический раздел сайта кафедры Общей физики
4. <http://lib.mipt.ru/catalogue/1412/?t=750> — электронная библиотека МФТИ, раздел «Общая физика»
5. https://mipt.ru/education/chair/physics/S_I
6. <https://mipt.ru/education/chair/physics/records/mechanics/> – видеозаписи лекций МФТИ.
7. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLHOMZXOczEYMRnT8PJvEu1PGboI-MwIUy> – видеозаписи лекций В.Ф.Козлова.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий курс «Общая физика: Механика», должен не только изучить общие физические законы и понятия, но научиться применять их на практике.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- просмотр рекомендованных видеозаписей лекций;
- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- решение задач, предлагаемых студентам на практических занятиях;
- решение задач из заданий, включая задачи, предназначенные для разбора на семинарах;
- подготовку к выполнению лабораторной работы;
- обработку результатов лабораторной работы и оформление отчета;
- подготовку к защите результатов лабораторной работы;
- подготовку к семинарским занятиям, контрольным работам, сдаче заданий, экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется в форме собеседований и групповых консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения и проводить все необходимые вычисления, доводя задачу до конечного ответа. Задача считается решённой, если она содержит обоснованное решение: ссылки на применяемые физические законы и корректные выкладки, а также правильный численный ответ (если в задаче есть числовые данные).

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра общей физики
курс:	1
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен	
Разработчик:	В.Ф. Козлов, канд. физ.-мат. наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.2 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации

ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре)	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
--	---

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Общая физика: механика» обучающийся должен:

знать:

- ☐ фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости;
- ☐ основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории;
- ☐ законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта;
- ☐ законы сохранения импульса, энергии, момента импульса;
- ☐ закон всемирного тяготения и законы Кеплера;
- ☐ законы движения тел в гравитационных полях;
- ☐ законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении;
- ☐ основы приближённой теории гироскопов;
- ☐ основные понятия теории колебаний: уравнение гармонических колебаний и его решение, затухание, добротность колебательной системы;
- ☐ основы специальной теории относительности :основные постулаты, преобразования Лоренца и их следствия, выражения для импульса и энергии релятивистских частиц;
- ☐ базовые понятия теории упругости и гидродинамики.

уметь:

- ☐ применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики;
- ☐ записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе для реактивного движения;
- ☐ применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел;
- ☐ применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц;
- ☐ рассчитывать параметры траекторий в рамках задачи двух гравитационно взаимодействующих тел;
- ☐ применять законы механики в различных системах отсчёта, в том числе неинерциальных;
- ☐ рассчитывать моменты инерции симметричных твёрдых тел;
- ☐ применять законы механики для анализа поступательно-вращательного движения твердых тел;
- ☐ рассчитывать периоды гармонических колебаний простейших механических систем;
- ☐ анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- ☐ применять различные математические инструменты для решения физических задач и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- ☐ основными методами решения задач механики;
- ☐ основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточный контроль знаний по дисциплине «Общая физика: механика» осуществляется в виде коллоквиума, контрольных работ, сдачи заданий и опросов по изученному материалу.

В соответствии с учебным планом в течение семестра каждый студент должен выполнить и сдать преподавателю, ведущему семинарские занятия в учебной группе, два задания. Задачи в заданиях привязаны к темам семинаров. Рекомендуемые темы семинаров перечислены ниже:

- Основные понятия и математический аппарат механики.
- Кинематика точки на плоскости.
- Кинематика точки в 3-мерном пространстве.
- Динамика материальной точки.
- Законы сохранения импульса и энергии. Динамика тел переменной массы.
- Гравитационное поле. Теорема Гаусса.
- Движение в гравитационных полях.
- Законы сохранения при столкновениях частиц.
- Сдача задания № 1.
- Вращательное движение твердого тела.
- Физический маятник.
- Приближенная теория гироскопов.
- Движение в неинерциальных системах отсчета.
- Элементы специальной теории относительности
- Элементарная теория упругости.
- Гидродинамика и гидростатики несжимаемой жидкости.
- Сдача задания № 2.

К каждой теме семинара в заданиях предусмотрено 9 задач. Задачи 0-й группы (за исключением первого семинара) студент должен решить самостоятельно в течение недели, предшествующей очередному семинару, на котором должен производиться их разбор самими студентами под руководством преподавателя. Решения этих задач студент оформляет в отдельной (школьной) тетради, которая сдается преподавателю для проверки в начале семинара. Регулярность и качество решения задач этой группы (включая ответы у доски) учитываются при выставлении студенту общей оценки за соответствующее задание.

Задачи 1-й группы рекомендуются для разбора на семинарах. Почти все задачи этой группы содержатся в "Сборнике задач по общему курсу физики. Часть 1. Механика, термодинамика и молекулярная физика". Раздел "Механика". Под ред. В.А. Овчинкина. М.: МФТИ, 1998/2002 (или в более поздних изданиях). Преподаватель по своему усмотрению может разбирать на семинаре другие задачи.

Задачи 2-й группы предназначены для самостоятельного решения. Решения этих задач студент оформляет в отдельной тетради, которая в установленные в задании сроки сдается преподавателю на проверку.

При сдаче заданий преподаватель по своему усмотрению может проводить для студентов учебной группы контрольные работы, в задачах которых отражены темы, рассмотренные на предшествующих семинарах.

С целью контроля и оценивания текущего уровня освоения студентом дисциплины, а также с целью ознакомления студентов с требованиями и порядком проведения будущего семестрового экзамена в середине семестра проводится коллоквиум. Оценка, полученная студентом на коллоквиуме, носит информационный характер и не влияет непосредственно

на другие предусмотренные учебным планом показатели работы студента в семестре. Рекомендуемые вопросы для коллоквиума перечислены ниже:

1. Кинематика материальной точки (МТ). Системы отсчета, механическое движение и его относительность. Способы описания движения МТ. Траектория, векторы перемещения, скорости и ускорения. Прямая и обратная задачи кинематики.

2. Векторы и их основные свойства. Скалярное и векторное произведения. Производная по времени от единичного вектора. Правило дифференцирования (по времени) векторов, заданных в произвольно движущейся системе координат. Примеры.

3. Кинематика МТ на плоскости. Нормальное, тангенциальное и полное ускорения. Радиус кривизны траектории. Движение МТ в полярных координатах. Движение с постоянной секториальной скоростью.

4. Кинематика МТ в трехмерном пространстве. Вектор угловой скорости, линейное и угловое ускорения. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей. Дифференцирование векторов в произвольно движущейся системе координат. Общие выражения для скорости и ускорения МТ в трехмерном пространстве. Относительное, переносное и кориолисово ускорения.

5. Понятие состояния в классической механике. Принцип инерции. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Законы Ньютона. Масса, ее сохранение и аддитивность. Основные силы в механике и их свойства. Пространство и время в механике Ньютона. Связь законов механики со свойствами симметрии пространства и времени.

6. Второй закон Ньютона для системы МТ. Теорема о движении центра масс системы МТ.

7. Движение МТ переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

8. Момент импульса МТ и его связь с секториальной скоростью. Уравнение моментов для МТ. Момент силы. Уравнение моментов для системы МТ. Закон сохранения момента импульса замкнутой системы МТ.

9. Энергия, работа, мощность. Теорема о кинетической энергии МТ.

10. Законы Кеплера и закон всемирного тяготения. Концепция гравитационного поля в классической механике и его основные свойства. Напряженность гравитационного поля и силовые линии. Принцип суперпозиции для гравитационных полей. Примеры.

11. Работа по перемещению в гравитационном поле точечной массы. Потенциал гравитационного поля и его основные свойства. Связь потенциала с напряженностью гравитационного поля. Гравитационная энергия системы точечных масс. Примеры.

12. Поток вектора напряженности гравитационного поля через поверхность. Теорема Гаусса. Примеры. Общие представления о способах теоретического определения гравитационного поля, создаваемого произвольным распределением масс в пространстве.

13. Понятие о задаче двух тел. Законы сохранения для относительного движения. Финитное и инфинитное движения. Параметры эллиптических орбит. Космические скорости.

Изучение дисциплины завершается дифференцированным зачетом и семестровым экзаменом.

Дифференцированный зачет

Для получения зачёта студенту необходимо в установленные учебным графиком сдать два задания и выполнить установленное учебным графиком количество лабораторных работ. Выполнение каждой работы из индивидуального семестрового графика лабораторных работ (маршрута) обучающегося состоит из четырех этапов:

1. Подготовка к выполнению работы. Она производится, как правило, в течение недели, предшествующей лабораторному эксперименту, и включает в себя изучение описания работы и рекомендованной в описании учебной литературы, в которой излагается теория исследуемого явления, а также оформление в соответствии с действующими правилами

лабораторного журнала студента.

2. Экспериментальные измерения в лаборатории. Этот этап начинается с допуска студента к работе преподавателем, проводящим в лаборатории занятия учебной группы. Он подразумевает проверку готовности студента к выполнению работы, включая его ответы на контрольные вопросы, с выставлением оценки в кафедральном журнале учебной группы в графу «Подготовка». В случае неготовности к проведению измерений студент не допускается к выполнению лабораторной работы, о чем делается соответствующая отметка в кафедральном журнале учебной группы. В дальнейшем, по мере готовности, он выполняет измерения во внеурочное время.

Допущенный к работе студент по окончании измерений предъявляет результаты преподавателю, а тот предлагает ему выполнить контрольный расчет параметров в соответствии с рабочими формулами для одной - двух экспериментальных точек. Если результаты расчета соответствуют прогнозируемым значениям – преподаватель ставит свою подпись в лабораторном журнале студента, если – нет, то предпринимаются меры по выяснению причин расхождения, включая повторные измерения.

3. Обработка результатов лабораторного эксперимента производится студентом самостоятельно в соответствии с действующими правилами (см.: «Лабораторный практикум по общей физике. Т. 1. Механика». Под редакцией А.Д. Гладуна. – М.: МФТИ, 2012, гл. 1). По завершении обработки результатов обучающийся должен подготовиться к защите лабораторной работы. Такая подготовка включает в себя самостоятельную проверку и анализ результатов обработки, подготовку ответов на контрольные вопросы из описания лабораторной работы, а также проработку по рекомендованным в описании учебникам теоретического материала, относящегося к изучаемой теме.

4. Защита лабораторной работы обучающимся производится в контрольные сроки, указанные в его индивидуальном семестровом графике лабораторных работ, во время занятий в лаборатории согласно действующему расписанию. Лабораторная работа, не представленная к защите в течение месяца после лабораторного эксперимента, аннулируется преподавателем. Вместо нее студенту назначается другая из имеющегося перечня лабораторных работ.

Защита лабораторной работы подразумевает, прежде всего, проверку преподавателем результатов обработки данных экспериментальных измерений на их соответствие теоретической модели изучаемого явления или физического процесса. Если окажется, что результаты значительно расходятся с табличными значениями измеренных параметров, и причину расхождения обнаружить и устранить не удастся, студент может быть направлен преподавателем на выполнение повторных измерений и пересчет результатов.

В случае неудовлетворительного оформления отчета по результатам измерений студент также может быть отстранен преподавателем от защиты работы для устранения недочетов до следующего занятия по расписанию.

Обязательным при защите результатов лабораторной работы является установление степени освоения студентом теории исследуемого явления или физического процесса. Для этого преподаватель может использовать список контрольных вопросов из описания лабораторной работы. Преподаватель также может предложить студенту выполнить оценку вклада в погрешность измерений факторов, не учтенных в используемых при расчетах рабочих формулах.

По итогам защиты результатов работы преподаватель ставит в кафедральный журнал учебной группы соответствующую итоговую оценку (по 10-бальной шкале), учитывая, в том числе, оценку за подготовку к работе.

По окончании семестра каждый обучающийся должен получить дифференцированный зачет по дисциплине «Общая физика: механика». К сдаче зачета допускаются только студенты, успешно сдавшие два задания, выполнившие и успешно защитившие в соответствии с индивидуальным графиком все лабораторные работы. Итоговая оценка определяется как полусумма (с округлением до целого значения по 10-балльной системе) средних

арифметических баллов оценок за задания и за лабораторные работы. В исключительных случаях со студентом, допускаявшим в течение семестра нарушения учебного графика, может быть проведено дополнительное собеседование с целью установления степени освоения им программы дисциплины.

Экзамен

Семестровый экзамен состоит из двух частей: письменной и устной, причем в экзаменационную ведомость и автоматизированную систему контроля ИС студенту экзаменатором ставится одна общая оценка. Студенты, не имеющие дифференцированного зачета по дисциплине «Общая физика: механика», к устному экзамену не допускаются.

На письменном экзамене студенту предлагается решить 5 задач в течение 4 часов. Тематика задач полностью соответствует программе курса, однако все задачи письменного экзамена являются полностью оригинальными. С примерами задач прошлых лет можно ознакомиться на сайте кафедры общей физики в разделе экзаменационных материалов за 1-й семестр https://mipt.ru/education/chair/physics/S_I/ekzams/. По итогам письменного экзамена студенту выставляется промежуточная оценка. Один из возможных вариантов определения такой оценки представлен в ниже приведенной таблице (итоговая оценка за работу (по 10-балльной шкале) определяется как сумма баллов по всем задачам с округлением до ближайшего (сверху) целого):

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОВЕРКЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Символ	Балл	Обоснование
+	2	Задача решена верно (т. е. приведено обоснованное правильное решение). Возможно наличие мелких недочётов (несущественные арифметические ошибки)
±	1,5	Задача решена правильно, но отсутствует численный ответ, или численный ответ на порядок и более отличается от правильного
+/-	1	Задача не решена, но основные физические законы, необходимые для решения, сформулированы правильно (при этом выкладки начаты, но не доведены до конца, либо в выкладках есть существенные ошибки, приведшие к неверному решению)
⊕	0,5	Задача не решена. Основные физические законы, необходимые для решения, сформулированы правильно. Выкладки либо отсутствуют, либо они изначально неверны
–	0	Задача не решена, но была безуспешная попытка решить
0	0	Попытки решить задачу не было

В дальнейшем она учитывается на устном экзамене при выставлении итоговой экзаменационной оценки по дисциплине.

На устном экзамене студент должен изложить экзаменатору материал экзаменационного билета (случайным образом выбранный вопрос из программы) и так называемый «вопрос по выбору». Его студент готовит заранее. Это может быть либо углубленное изложение одного из вопросов программы курса, либо вопрос, отсутствующий в программе курса, но имеющий непосредственное отношение к изучаемой дисциплине, а также изложение и защита результатов лабораторной работы, проделанной студентом в лаборатор-

ном практикуме в качестве дополнительной работы. На ответ по «вопросу по выбору» студенту предоставляется не более 10 минут.

При подготовке к устному экзамену рекомендуется использовать следующий список экзаменационных вопросов:

1. Основные понятия и математический аппарат механики. Пространство, время, системы отсчета и системы координат, траектория, радиус-вектор точки, векторы скорости и ускорения. Кинематическое описание движения. Производные в физике. Производная от функции, сложной функции, вектор-функции. Степени свободы. Векторы и их основные свойства. Скалярное и векторное произведения. Материальная точка (частица, МТ). Способы описания движения МТ в кинематике. Прямая и обратная задачи кинематики.

2. Кинематика материальной точки на плоскости. Нормальное, тангенциальное и полное ускорения. Радиус кривизны траектории. Движение МТ в полярных координатах. Движение МТ на плоскости с постоянной секториальной скоростью.

3. Кинематика МТ в трехмерном пространстве. Вектор угловой скорости, линейное и угловое ускорения. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей. Общее выражение для производной по времени вектора в произвольно движущейся системе координат (без вывода). Относительное, переносное и кориолисово ускорения.

4. Динамика материальной точки. Понятие состояния в классической механике. Принцип инерции. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Законы Ньютона. Масса, ее сохранение и аддитивность. Основные силы в механике и их свойства. Пространство и время в механике Ньютона. Связь законов механики со свойствами симметрии пространства и времени (теорема Э. Нётер – без доказательства).

5. Динамика системы материальных точек. Импульс системы МТ. Центр масс системы МТ и его свойства. Движение МТ переменной массы. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

6. Момент импульса материальной точки. Связь момента импульса МТ с ее секториальной скоростью для плоского движения. Момент силы. Уравнение моментов для системы МТ. Закон сохранения момента импульса замкнутой системы МТ.

7. Законы Кеплера и закон всемирного тяготения. Напряженность гравитационного поля и силовые линии. Принцип суперпозиции для гравитационных полей. Поток вектора напряженности гравитационного поля через поверхность. Теорема Гаусса (без доказательства). Напряженность гравитационного поля однородного шара. Работа по перемещению в гравитационном поле точечной массы. Потенциал гравитационного поля.

8. Движение в гравитационных полях. Условия финитного и инфинитного движений. Параметры эллиптических орбит, период обращения по эллиптической орбите. Космические скорости.

9. Законы сохранения импульса и энергии. Универсальный характер законов сохранения. Работа, энергия, мощность. Консервативные и диссипативные силы. Потенциальная энергия системы точечных частиц. Кинетическая энергия системы точечных масс. Механическая энергия системы точечных частиц. Закон сохранения механической энергии системы частиц во внешнем поле консервативных сил. Теорема Кёнига.

10. Законы сохранения при столкновениях двух частиц. Лабораторная система отсчета и система центра масс. Центральные абсолютно упругие и неупругие удары. Пороговая энергия реакции. Упругие нецентральные столкновения. Векторная диаграмма импульсов упругого нецентрального столкновения (без доказательства).

11. Элементы механики твердого тела. Закон сохранения момента импульса как независимый и универсальный закон природы. Уравнение моментов для тела с одной неподвижной точкой и с

неподвижной осью вращения. Вычисление моментов инерции тел: теорема Гюйгенса-Штейнера и теорема о моменте инерции тела относительно полюса. Примеры. Кинетическая энергия тела, вращающегося относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси (без вывода).

12. Механические колебания малой амплитуды. Свободные затухающие колебания: уравнение движения, энергия, основные характеристики затухающих колебаний. Примеры. Вынужденные колебания под действием гармонической силы. Добротность при малом затухании. Резонанс. Резонансные кривые.

13. Элементы теории гироскопов. Виды движения гироскопов. Гироскопические эффекты. Приближенная теория гироскопа. Условия равновесия твердого тела.

14. Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции: определение и их основные свойства. Уравнения динамики в неинерциальных системах отсчета. Принцип эквивалентности. Инерционные эффекты, связанные с суточным вращением Земли вокруг своей оси. Примеры.

15. Кинематика релятивистской механики. Единое четырехмерное пространство-время Минковского. Интервал и его инвариантность. Виды интервалов и их измерение. Преобразования Лоренца. Преобразования Галилея как предельный случай преобразований Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца: замедление времени и сокращение длины движущихся отрезков. Относительность понятия одновременности, собственное время. Экспериментальные факты. Координатная скорость и четырехмерный вектор скорости. Правила сложения координатных скоростей.

16. Динамика релятивистской механики. Четырехмерный вектор энергии-импульса (4-вектор импульса). Уравнения движения МТ в релятивистской механике. 4-вектор силы. Законы сохранения импульса и энергии при релятивистских скоростях движения. Экспериментальные факты.

17. Элементарная теория упругости. Понятие сплошной среды. Нормальные и касательные напряжения, виды деформаций, диаграммы растяжения пластичного (стального) образца и образца из хрупкого материала. Закон Гука. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона однородного изотропного материала, плотность потенциальной энергии при сжатии и растяжении. Сдвиг, модуль сдвига, плотность потенциальной энергии при сдвиге, связь модуля сдвига изотропного материала с модулем Юнга и коэффициентом Пуассона (без вывода).

18. Элементы гидродинамики и гидростатики несжимаемой жидкости. Основные локальные параметры состояния жидкостей и газов, понятие о ламинарных и турбулентных течениях жидкостей и газов. Уравнение Бернулли, формула Торричелли. Законы Паскаля и Архимеда. Парадокс Даламбера, динамическая вязкость жидкостей и газов, течение Пуазейля, формула Стокса (без вывода).

4. Критерии оценивания

Оценка за письменную часть экзамена определяет максимальную итоговую оценку за экзамен. В исключительных случаях, если на устной части экзамена студент демонстрирует превосходные теоретические знания и уровень понимания предмета, итоговая оценка с согласия лектора курса может быть повышена, но не более чем на 2 балла (по 10-балльной шкале).

На устном экзамене преподаватель оценивает ответ студента в целом и выставляет оценку согласно приведённым ниже критериям и изложенным выше замечаниям касательно письменной части экзамена:

- Оценка **«отлично (10)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и за её пределами, а также умение уверенно применять их на практике при решении сложных нестандартных задач.
- Оценка **«отлично (9)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач.
- Оценка **«отлично (8)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач, однако допустившему некоторые неточности при ответе.
- Оценка **«хорошо (7)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы и умение свободно применять физические законы на практике при решении типовых задач.
- Оценка **«хорошо (6)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при решении типовых задач.
- Оценка **«хорошо (5)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и понимание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при решении типовых задач, однако допустил при ответе ряд грубых неточностей.
- Оценка **«удовлетворительно (4)»** выставляется студенту, показавшему фрагментарный характер знаний, допускавшему неточности в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность решать простые задачи и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.
- Оценка **«удовлетворительно (3)»** выставляется студенту, показавшему сильно фрагментарный характер знаний, допускавшему грубые ошибки в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность решать простые задачи и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.
- Оценка **«неудовлетворительно (2)»** или **«неудовлетворительно (1)»** выставляется студенту, который не знает значительную часть основного содержания программы, систематически допускает грубые ошибки при формулировании основных физических законов или неспособен корректно применять физические законы даже для решения простых задач.

Порядок проведения письменного экзамена.

Время проведения письменной части экзамена составляет 4 астрономических часа. На экзамене не разрешается пользоваться какими-либо записями и учебными пособиями. Категорически запрещается включать любые устройства, которые могут служить средствами связи – ноутбуки, планшеты, телефоны и т.п. Нарушители удаляются с экзамена с оценкой «неудовлетворительно». Разрешается пользоваться калькуляторами. Запрещается пользоваться калькуляторами в мобильных телефонах, ноутбуках и т.п.

Порядок проведения устного экзамена.

Экзамен проходит в традиционной форме беседы преподавателя со студентом по теме экзаменационного билета. На подготовку к ответу по билету студенту даётся 45÷55 минут. В течение экзамена студенту не разрешается пользоваться вычислительной техникой, ли-

тературой, заранее подготовленными собственными записями и другими материалами, относящимися к предмету, кроме экзаменационной программы курса.

В процессе ответа на «вопрос по выбору» разрешается пользоваться заранее подготовленным планом ответа и заранее подготовленными иллюстрациями/графиками, представленными в бумажном виде, либо на электронном носителе (планшет/ноутбук). Используемые графики или иллюстрации не должны содержать частей текста доклада. На подготовку ответа на «вопрос по выбору» (повторение) даётся не более 5 минут, а на ответ по «вопросу по выбору» студенту предоставляется не более 10 минут.

В процессе ответа по билету экзаменатор может задавать уточняющие вопросы. После ответа по билету экзаменатор вправе задавать студенту любые дополнительные вопросы по программе курса.

В совокупности опрос обучающегося на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.