

Учреждение образования
«Международный государственный экологический университет
им. А.Д. Сахарова»



Проректор по учебной работе
А.Д. Сахарова

Родькин О.И.

2013

Регистрационный № УД- 346-13/баз.

МЕХАНИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 04 05 Медицинская физика

2013 г.

Проверено
МШУ

СОСТАВИТЕЛИ:

Е.Л. Бокатая, старший преподаватель кафедры физики и высшей математики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.И. Тимошенко, заведующий кафедрой ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат физико-математических наук, доцент;

В.А. Иванюкович, заведующий кафедрой экологических информационных систем Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики и высшей математики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 6 от 25 апреля 2013 г.);

Научно-методическим советом Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол №9 от 21 мая 2013 года)

Ответственный за редакцию: В.Ф. Молочевский
(И.О.Фамилия)

Ответственный за выпуск: В.Ф. Молочевский
(И.О.Фамилия)

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Классическая механика представляет собой неотъемлемую часть базового курса физики и изучает механическое движение макроскопических тел. Основываясь на экспериментально подтвержденных законах Ньютона, в механике введены фундаментальные понятия и величины важные для всей физики.

Основная цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы представить механику как стройную теорию механического движения макроскопических тел, подтверждаемую всей совокупностью экспериментальных фактов.

Задачи дисциплины:

- формирование представления о методах описания механического движения материальных тел и их моделях;
- изучение и понимание сущности основных законов механики;
- освоение методов экспериментальных исследований;
- развитие умений и навыков по применению полученных знаний для решения конкретных теоретических и практических задач.

Для достижения указанных целей необходимо:

- объяснить студенту основные принципы и законы физики и их математические выражения;
- ознакомить его с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, а также с общепринятыми методами точного измерения физических величин, с методами анализа результатов эксперимента, с основными физическими приборами и лабораторными установками;
- сформировать у студента навыки экспериментальной работы, ознакомить его с основными принципами математической обработки физического эксперимента, научить правильно выражать физические концепции и идеи;
- количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;
- дать студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез;
- развить у него любознательность и интерес к изучению физики;
- дать студенту диалектическое понимание важнейших этапов истории развития физики, ее философских и методологических проблем.

В результате изучения дисциплины «Механика» студент должен в соответствии с образовательным стандартом

знать:

- основные понятия и законы механики;
- законы сохранения;
- основы механики сплошной среды;

- общие методы измерений физических величин;
- применение основных законов механики к описанию механического движения человека;
- основные физические модели гемодинамики, основы биомеханики работы сердца, методы определения реологических характеристик кровотока;
- физические основы слухового восприятия;
- основные направления применения ультразвука в медицине;

уметь:

- решать задачи по кинематике, динамике, механике сплошной среды;
- использовать законы сохранения при решении задач;

владеть:

- методами экспериментальных исследований механических явлений и процессов;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по механике.

В соответствии с типовым учебным планом изучение дисциплины рассчитано на **общее количество часов 342**. Аудиторное количество часов 178, из них: лекции — 54 часа, практические занятия — 56 часов; лабораторные занятия — 68 часов.

2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия
1. Механика	178	54	56	68
1.1. Введение. Физические величины и их измерение	22	2	4	8
1.2. Кинематика. Кинематика материальной точки. Задачи кинематики. Кинематика абсолютно твёрдого тела.	22	8	8	12
1.3. Динамика. Динамика материальной точки. Фундаментальные силы и взаимодействия. Уравнение моментов для МТ. Неинерциальные системы отсчёта. Работа и энергия.	24	10	8	12
1.4. Динамика системы материальных точек. Уравнение моментов СМТ. Энергия СМТ. Столкновения. Динамика тел переменной массы.	26	6	8	4
1.5. Динамика твёрдого тела. Вращательное движение ТТ вокруг неподвижной оси. Вращательное движение ТТ вокруг неподвижной точки.	20	6	4	4
1.6. Всемирное тяготение. Движение тел в гравитационном поле Земли.	6	2	4	4
1.7. Деформации тел. Деформация растяжения стержня. Деформации сдвига. Деформация изгиба. Деформация кручения.	10	4	4	8
1.8. Механика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Вязкость. Тело в потоке жидкости.	8	4	4	
1.9. Колебания. Колебания при наличии трения. Вынужденные колебания.	28	6	4	12
1.10. Волновое движение. Энергия волны. Звуковые волны.	6	4	2	4
1.11. Основы специальной теории относительности.	8	2	4	

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. МЕХАНИКА

Тема 1. Введение. Физические величины и их измерение.

Физика. Предмет и задачи. Материя и её основные свойства. Основная задача физики. Опыт как основа изучения физических явлений и критерий правильности физических теорий. Роль абстракций и моделей в физике. Предмет и задачи механики.

Физические величины. Измерение физических величин. Размерность физических величин. Принцип построения системы единиц. Основные и производные единицы измерений. Система СИ.

Тема 2. Кинематика. Кинематика материальной точки. Задачи кинематики. Кинематика абсолютно твердого тела (АТТ).

Пространство и время. Механическое движение. Системы координат. Измерение времени. Система отсчета. Векторы.

Материальная точка (МТ). Способы описания движения МТ. Перемещение. Путь. Скорость. Ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения.

Определение скорости и ускорения из закона движения МТ. Понятие состояния МТ. Определение закона движения МТ. Начальные условия. Вычисление пути, пройденного МТ.

Модель абсолютно твердого тела. Степени свободы АТТ. Виды и способы описания движения АТТ. Поступательное движение АТТ. Вращение АТТ вокруг неподвижной оси. Вращение тела АТТ, закреплённого в точке. Понятие об углах Эйлера. Сложение угловых скоростей. Плоское движение АТТ. Свободное движение АТТ. Связь угловых и линейных характеристик движения произвольной точки АТТ. Мгновенная ось вращения.

Тема 3. Динамика. Динамика материальной точки. Фундаментальные силы и взаимодействия. Уравнение моментов для МТ. Неинерциальные системы отсчета (НИСО). Работа. Энергия.

Закон инерции Галилея. Свободные тела. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей Галилея. Инвариантность ускорения. Принцип относительности.

Законы динамики (Ньютона). Первый закон. Сила. Масса. Второй закон. Импульс. Принцип независимости действия сил. Третий закон.

Виды фундаментальных взаимодействий. Закон всемирного тяготения. Силы в классической механике.

Момент импульса. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса для МТ.

Поступательно движущиеся НИСО. Вращающиеся НИСО. Силы инерции и их проявления. Принцип эквивалентности в общей теории относительности.

Работа сил. Мощность. Кинетическая энергия. Работа некоторых сил. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике.

Тема 4. Динамика системы материальных точек. Уравнение моментов СМТ. Энергия СМТ. Столкновения. Динамика тел переменной массы.

Система материальных точек (СМТ). Импульс системы. Центр масс. Внутренние и внешние силы. Уравнение движения СМТ. Закон сохранения импульса в замкнутой системе. Система центра масс.

Момент импульса СМТ. Собственный момент импульса. Момент сил. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса СМТ.

Работа внутренних сил. Кинетическая энергия системы. Собственная потенциальная энергия СМТ. Закон сохранения энергии в замкнутой системе. Работа внешних сил. Задача двух тел.

Понятие столкновения. Упругое и неупругое столкновение. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения.

Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

Тема 5. Динамика твердого тела (ТТ). Вращательное движение ТТ вокруг неподвижной оси. Вращательное движение ТТ вокруг неподвижной точки.

Модель сплошной среды. Центр масс ТТ. Вычисление положения центра масс некоторых тел. Пара сил. Момент пары сил. Поступательное движение ТТ. Уравнение движения. Трение покоя и скольжения. Явление заноса и застоя. Трение качения.

Момент импульса тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Вычисление моментов инерции тел правильной формы (примеры). Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Уравнение моментов относительно оси. Математический и физический маятники. Плоское движение ТТ. Кинетическая энергия тела при плоском движении. Скатывание цилиндра с наклонной плоскости.

Момент импульса тела при вращении вокруг неподвижной точки. Тензор момента инерции. Главные центральные моменты. Классификация волчков. Тензор момента тел правильной формы. Уравнение Эйлера. Свободные оси. Гироскопы. Нутация. Прецессия гироскопа. Несвободный гироскоп. Гироскопические силы.

Тема 6. Всемирное тяготение. Движение тел в гравитационном поле Земли.

Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Напряженность и потенциал гравитационного поля. Потенциал и напряжённость поля, создаваемого однородным шаром.

Маятник Фуко. Зависимость силы тяжести от географической широты местности. Движение искусственных спутников Земли. Космические скорости.

Тема 7. Деформация тел. Деформация растяжения стержня. Деформация сдвига, изгиба, кручения

Деформации и напряжения в ТТ. Понятие деформации. Виды деформации. Упругость. Напряжение.

Упругие деформации. Пластичность. Твердость. Прочность. Упругое последствие. Закон Гука. Модуль Юнга. Потенциальная энергия деформации. Коэффициент Пуассона.

Закон Гука. Модуль сдвига. Связь между модулями и коэффициентом Пуассона. Энергия упругой деформации.

Изгиб пластины. Стрела прогиба.

Кручение стержня. Модуль кручения. Энергия деформации.

Тема 8. Механика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Вязкость. Тело в потоке жидкости.

Способы описания движения. Гидростатика. Свойства жидкостей и газов. Массовые и поверхностные силы. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Плавание тел.

Кинематическое описание движения жидкости. Описание Лагранжа и описание Эйлера. Линия тока. Траектория. Трубка тока. Уравнение неразрывности.

Истечение жидкости из отверстия. Манометр Пито. Течение жидкости по горизонтальным трубам. Сила реакции струи.

Формулы Пуазейля. Условия применимости уравнения Бернулли.

Лобовое сопротивление. Вязкое трение. Формула Стокса. Число Рейнольдса. Подъемная сила. Эффект Магнуса. Движение тела под действием силы вязкого трения в поле Земли. Движение тела под действием силы лобового сопротивления в поле Земли.

Тема 9. Колебания. Колебание при наличии трения. Вынужденные колебания.

Колебательное движение. Гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний. Сложение

гармонических колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний одинаковой частоты. Фигуры Лиссажу.

Уравнение затухающих колебаний. Декремент затухания. Добротность. Случай большого трения. Изменение энергии колебаний.

Уравнение вынужденных колебаний. Переходный процесс. Стационарные вынужденные колебания. Резонанс. Связанные системы. Автоколебания. Параметрические и релаксационные колебания

Тема 10. Волновое движение. Энергия волны. Звуковые волны.

Волны в сплошной среде. Понятие механической волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской монохроматической волны. Волновое уравнение. Скорость волны в твердых телах. Скорость волны в жидкостях и газах.

Объемная плотность энергии волны и ее среднее значение. Плотность потока энергии. Закон обратных квадратов.

Диапазон частот. Высота тона. Звуковое давление. Интенсивность звука. Громкость. Ударные волны.

Интерференция волн. Стоячие волны.

Тема 11. Основы специальной теории относительности.

Кинематика специальной теории относительности. Основные представления дорелятивистской физики. Опыт Майкельсона-Морли. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Преобразование скорости. Релятивистский импульс. Основное уравнение релятивистской динамики. Закон взаимосвязи массы и энергии. Связь между энергией и импульсом частицы.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень тем практических занятий

Раздел 1. МЕХАНИКА

Скалярные и векторные величины. Действия над векторами. Проекция вектора на координатные оси. Скалярное и векторное произведение векторов.

Кинематика материальной точки. Основная задача кинематики и ее решение. Графики движения.

Свободное падение: движение тела по вертикали; движение тела, брошенного горизонтально; движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Кинематика движения материальной точки по окружности.

Относительность движения. Закон сложения скоростей.

Центр масс и его нахождение.

Динамика материальной точки.

Динамика движения системы взаимодействующих тел.

Механическая энергия и работа. Средняя и мгновенная мощность.

Механическая энергия тела. Закон сохранения энергии.

Момент импульса и момент силы, закон сохранения момента импульса.

Условия равновесия тела.

Соударения тел. Упругие, неупругие, центральные и нецентральные столкновения.

Гравитация. Закон всемирного тяготения. Движение тел в поле силы тяжести.

Вес и невесомость. Космические скорости.

Неинерциальные системы отсчета. Нахождение сил инерции в поступательно движущихся и вращающихся системах отсчета.

Момент инерции твердого тела. Основное уравнение динамики вращательного движения.

Динамика вращательного движения твердого тела.

Упругие деформации твердого тела.

Механика жидкостей и газов.

Свободные незатухающие колебания. Математический, физический и пружинный маятники.

Гармонические колебания. Графическое представление колебаний. Сложение колебаний.

Свободные затухающие колебания. Время релаксации, логарифмический декремент затухания.

Вынужденные колебания. Резонанс.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

Раздел 1. МЕХАНИКА

Работа с погрешностями. Абсолютные и относительные погрешности измерения физических величин.

Графическое представление измеряемых физических величин. Расчет среднего значения и погрешности измерения для физической величины, результаты измерения которой представлены графически.

Точность измерения в механике Анализ статистических ошибок, возникающих при измерении фонового излучения.

Точность измерения в механике Анализ статистических ошибок, возникающих при измерении и геометрических размеров твердых тел при определении их объемов.

Законы сохранения в механике Анализ возможностей определения физических параметров твердых тел при их соударениях друг с другом.

Механические колебания и волны Анализ возможностей определения характеристик колебательных систем с распределенными параметрами при их возбуждении внешними переменными полями.

Вращательное движение твердых тел Анализ возможностей определения моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

Гармонические колебания Анализ возможностей определения периода колебаний математического и пружинного маятников.

Зачетное занятие

Методические рекомендации по организации и проведению СРС

Научно-методическое обеспечение СРС по учебной дисциплине включает:

- перечни заданий и контрольных мероприятий СРС по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на СР, используется обучающимися на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение задач;

- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов.

Таким образом, задания УСР по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Контроль УСР может осуществляться в виде:

- контрольной работы;
- теста;
- коллоквиума;
- обсуждения рефератов;
- обсуждения и защиты учебных заданий;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Диагностика компетенций по каждому разделу курса может проводиться в различных формах.

В устной форме:

- собеседование;
- коллоквиумы;
- доклады на семинарских занятиях;
- устные экзамены.

В письменной форме:

- тесты;
- контрольные опросы;
- контрольные работы;
- письменные отчеты по лабораторным работам;
- оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

В устно-письменной форме:

- отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- зачеты;
- экзамены;
- оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Т.1. Механика. М.: Наука, 1979.
2. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1986.
3. Стрелков С.П. Механика. М.: Наука, 1975.
4. Иродов И.Е. Курс общей физики. Т.1. М.: Наука, 1979.
5. Савельев И.В. Курс общей физики: В 5-и кн.: Кн.1: Механика. М.: «Изд-во АСТ», 2003.
6. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.:ИТЦ ВЛАДИС, 1997.
7. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: «Изд-во АСТ», 2001.

Дополнительная литература

1. Зисман Г.А., Годес О.М. Курс общей физики. т.1. Киев: Дніпро, 1994.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. М. Высшая школа, 1883.
3. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лившиц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. М.: Наука, 1969.
4. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. Т.1. М.: Наука, 1974.
5. Орир Дж. Физика. т.1. М.: Мир, 1981.
6. Фейнмановские лекции по физике. т.1,2. М.: Мир, 1978.
7. Берклеевский курс физики. т.1. Механика. М.: Наука, 1975.
8. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. М.: Наука, 1971.
9. Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Угаров В.А., Яковлев И.А. Сборник задач по общему курсу физики: Механика. М.: Наука, 1977.
10. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для вузов. М.: ООО «Изд-во «Мир и Образование»», 2003.
11. Заикин Д.А., Овчинкин В.А., Прут Э.В. Сборник задач по общему курсу физики. Ч.1. Механика. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Изд-во МФТИ, 1998.
12. Сахаров Д.И. Сборник задач по физике для вузов. М.: ООО «Изд-во «Мир и Образование»», 2003.